

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS: (Máximo 250 palabras - 1530 caracteres):

El proyecto desarrolla un modelo que permite controlar los inventarios de Combustibles líquidos derivados del petróleo (Gasolina Corriente, Gasolina Extra, Diesel Ecológico y Diesel Corriente) de las estaciones de servicio Esso y Mobil, realizando un seguimiento continuo a los niveles de inventarios de las estaciones de servicio abastecidas por la flota propia de ExxonMobil de Colombia S.A., que se encuentran ubicadas dentro del perímetro urbano de la Bogotá y en los municipios cercanos a la capital, utilizando una amplia gama de herramientas propias de la Ingeniería Industrial enmarcadas en medir, optimizar procesos, disminuir costos y aumentar la rentabilidad del negocio, a través del análisis de la cadena de abastecimiento de las Estaciones de servicio.

El proceso inicial de la elaboración de este proyecto está basado en la búsqueda y organización de la información requerida para el estudio, obtenida del proceso de distribución de combustible desarrollado por la flota propia de ExxonMobil de Colombia S.A. de Bogotá y por algunas estaciones de servicio que facilitaron información sobre sus características y sobre sus volúmenes de ventas diarias.

Los capítulos desarrollados para obtener el modelo mencionado son:

1. Contextualización
2. Planteamiento del Problema.
3. Objetivos.
4. Modelo de Pronósticos de Combustibles en las E/S
5. Estructura y capacidad de almacenamiento de combustibles en las E/S.
6. Descripción Y Análisis De La Cadena De Abastecimiento De Las E/S.
7. Modelo de Control de Inventarios.
8. Desarrollo De Una Herramienta Analítica Para La Toma De Decisiones De Reabastecimiento.
9. Análisis Del Impacto En Los Costos Con La Implementación De La Aplicación Desarrollada.

The Project develops a model which allow to control the inventories of petroleum-derived liquid fuels (Regular Gas, Premium Gas, Biodiesel and Diesel) from the Gas Stations Esso and Mobil making a follow up to the inventory levels of the Gas Stations supplied by the ExxonMobil de Colombia S.A. own fleet, located in Bogotá and near towns, using many Industrial Engineering tools focused in gauging, process optimization, costs decrease, business profitability growth, through the Gas Stations supply chain analysis.

The first step in the process is based in searching and organizing information required for the research, whose source is the fuel distribution process executed by the ExxonMobil de Colombia S.A. own fleet and some Gas Stations which allowed use its information about daily sales volumes and issues.

The chapters to get the mentioned model are:

1. Enviroment description
2. Present the issue.
3. Objectives.
4. Gas Stations Fuels Forecast Model
5. Gas Stations Structure and storage capacity.
6. Gas Stations supply chain description and Analysis.
7. Inventory control model.
8. Development of an analytical tool for Decision Making Refueling.
9. Impact analysis on costs for developed aplication.

TRABAJO DE GRADO
DISEÑO DEL MODELO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES PARA LAS
ESTACIONES DE SERVICIO ESSO Y MOBIL UBICADAS EN LA CIUDAD DE
BOGOTÁ

ANDRÉS FELIPE MUÑOZ MURRILO
DANIEL GERMÁN GARCÍA ORTIZ

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
INGENIERIA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO
BOGOTÁ, 5 DE JUNIO DE 2009

DISEÑO DEL MODELO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES PARA LAS
ESTACIONES DE SERVICIO ESSO Y MOBIL UBICADAS EN LA CIUDAD DE
BOGOTÁ

ANDRÉS FELIPE MUÑOZ MURRILO
DANIEL GERMÁN GARCÍA ORTIZ

TRABAJO DE GRADO

PROFESOR
MAURO RANGEL MORENO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
INGENIERIA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO
BOGOTÁ, 5 DE JUNIO DE 2009

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	6
1. CONTEXTUALIZACIÓN	8
1.1. ANTECEDENTES	8
1.2. EXXONMOBIL, 90 AÑOS EN COLOMBIA	10
1.3. LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES EN COLOMBIA... ..	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
3. OBJETIVOS	19
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
4. MODELO DE PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA DE COMBUSTIBLES EN LAS E/S	20
4.1. ANÁLISIS DE LOS REGISTROS HISTÓRICOS Y EL COMPORTAMIENTO DE LAS VENTAS EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO E/S	20
4.2. PROYECCIONES DE VENTAS EN LAS E/S.....	34
4.2.1. Proceso para obtener las proyecciones de ventas en las E/S.....	37
4.2.2. Ejemplo aplicado a la E/S San Cristóbal	41
5. ESTRUCTURA Y CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES EN LAS E/S	46
6. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE LAS E/S	49
6.1. APROVISIONAMIENTO.....	49
6.2. PRODUCCIÓN.....	55
6.3. DISTRIBUCIÓN	56
6.4. CADENA DE VALOR.....	57
6.4.1. Metrología y recepción de producto.....	58
6.4.2. Mantenimiento de la calidad del producto.	58
6.4.3. Imagen física de la E/S.....	59
6.4.4. Exactitud en la cantidad despachada.	59
6.4.5. Atención al cliente.....	59
6.4.6. Áreas de apoyo.	59
7. MODELO DE CONTROL DE INVENTARIOS	62
7.1. POLÍTICAS Y ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE LAS E/S	64
7.2. FACTORES DE INCIDENCIA EN LOS NIVELES DE INVENTARIOS.....	65
7.2.1. Descripción de factores.	65
7.2.2. Análisis y Jerarquización de Factores.	68
7.2.3. Efectos causados en los inventarios.	69
7.3. PROPUESTA PARA LA DISMINUCIÓN EN LA INCIDENCIA NEGATIVA DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LOS NIVELES DE INVENTARIO	71
7.4. ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL MODELO DE INVENTARIOS DE LAS E/S	71

8. DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA ANALÍTICA PARA LA TOMA DE DECISIONES DE REABASTECIMIENTO	74
8.1. DEFINICIÓN DEL FLUJO DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	74
8.1.1. Implementación	75
8.1.2. Variables de Entrada.....	76
8.1.3. Constantes.....	79
8.1.4. Procesamiento de la Información	80
8.1.5. Variables de Salida.....	84
8.2. EJECUCIÓN DE LA APLICACIÓN PARA LA E/S SAN CRISTOBAL.....	90
8.3. DESCRIPCIÓN DE LA PROGRAMACIÓN	95
9. ANÁLISIS DEL IMPÁCTO EN LOS COSTOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA.....	96
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	102
ANEXOS	104
ANEXO A. Tipificación Capacidad de Almacenamiento Estaciones De Servicio Abastecidas Por La Flota Exxonmobil De Colombia S.A	105
ANEXO B. Código de Aplicación en MS Excel	106
ANEXO C. Comunicado del Ministerio de Minas y Energía de la Republica de Colombia. 29 Abril 2009	107
ANEXO D. CD Aplicación Modelo de Abastecimiento	111
Estación de servicio San Cristóbal.....	111

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Trayectoria de ExxonMobil Colombia S.A. en los últimos 90 años.....	10
Tabla 2. Fechas Especiales para Mobil.....	12
Tabla 3. Distribución de estaciones de acuerdo a tipo de cliente.....	21
Tabla 4. Distribución de estaciones de de servicio según su ubicación dentro o fuera del perímetro urbano	22
Tabla 5. Distribución de estaciones de servicios con de tiendas o mini-mercados	23
Tabla 6. Distribución de estaciones de servicios con montallantas.....	23
Tabla 7. Distribución de estaciones de servicios con lavadero	24
Tabla 8. Distribución de estaciones de servicios GNV	24
Tablas 9. Resultados ANOVA de volúmenes de ventas de combustibles y tipo de clientes	25
Tablas 10 Resultados ANOVA entre volúmenes de ventas de GNV.....	26
Tabla. 11. Resultados ANOVA de volúmenes de ventas de combustibles y ubicación de estaciones de servicio	27
Tabla. 12. Resultados ANOVA de volúmenes de ventas de combustibles con/sin tiendas.....	27
Tablas 13. Resultados ANOVA de volúmenes de ventas de combustibles con/sin montallantas	28
Tabla 14 Resultados ANOVA de volúmenes de ventas de combustibles con/sin lavadero	29
Gráfico 13. Volúmenes distribuidos por producto a las estaciones de servicio abastecidas por la Flota de ExxonMobil de Colombia S.A. de Bogotá.....	31
Tabla 15. Estadística descriptiva de la distribución de volumen de combustible por día de la semana.....	33
Tabla 16 Correlación entre volúmenes diarios distribuidos por la Flota.	34
Tabla 17. Estadística descriptiva de las ventas diarias en la estación de Servicio San Cristóbal.....	38
Tabla 18. Historico de ventas combustible estación San Cristobal.	41
Tabla 19. Compartimientos y capacidad cisternas de la Flota de ExxonMobil de Colombia S.A.	50
Tabla 20. Tabla de control y programación de pedidos y distribución de combustible.	53
Tabla 21. Tabla de margen de rentabilidad por galón de gasolina corriente.....	73
Tabla 22. Tabla de margen de rentabilidad por galón de ACPM.....	73
Tabla 23. Tabla de margen de rentabilidad por galón de gasolina extra.....	74
Tabla 24. Tabla de detalle de costos de pedido.....	96
Tabla 25. Tabla de detalle de costos por devolución	96
Tabla 26. Tabla de detalle de costos de almacenamiento.	97
Tabla 27. Tabla de detalle de costos de mantenimiento de inventarios.....	97
Tabla 28. Tabla de detalle de costos de escasez o agotamiento (ventas perdidas).	97
Tabla 29. Tabla de costo total de inventarios	97
Tabla 30. Tabla de distribución de costos de inventarios.....	98
Diseño del modelo de abastecimiento de combustibles para las estaciones de servicio Esso y Mobil ubicadas en la ciudad de Bogotá	5

INTRODUCCIÓN

¿Cómo controlar los inventarios de Combustibles líquidos derivados del petróleo (Gasolina Corriente, Gasolina Extra, Diesel Ecológico y Diesel Corriente) de las estaciones de servicio Esso y Mobil, de tal forma que sea posible mitigar la cantidad de ventas perdidas por faltantes y disminuir los costos ocasionados por *devoluciones de producto*?

El proyecto está enfocado en el diseño de un modelo que permita resolver la pregunta mencionada, realizando un seguimiento continuo a los niveles de inventarios de las estaciones de servicio abastecidas por la flota propia de ExxonMobil de Colombia S.A., que se encuentran ubicadas dentro del perímetro urbano de la Bogotá y en los municipios cercanos a la capital, utilizando una amplia gama de herramientas propias de la Ingeniería Industrial enmarcadas en medir, optimizar procesos, disminuir costos y aumentar la rentabilidad del negocio, a través del análisis de la cadena de abastecimiento de las Estaciones de servicio.

El proceso inicial de la elaboración de este proyecto está basado en la búsqueda y organización de la información requerida para el estudio, obtenida del proceso de distribución de combustible desarrollado por la flota propia de ExxonMobil de Colombia S.A. de Bogotá y por algunas estaciones de servicio que facilitaron información sobre sus características y sobre sus volúmenes de ventas diarias.

El estudio y análisis desarrollado sobre la cadena de abastecimiento de las estaciones de servicio está desarrollado en 9 capítulos donde se describen los procesos utilizados para tomar las decisiones y desarrollar el modelo propuesto.

En la primera parte del proyecto se incluirá una breve reseña histórica del surgimiento en Colombia de ExxonMobil tomado de algunos ejemplares de revistas internas de la compañía, y de describirá la cadena de distribución de los combustibles en Colombia. Igualmente se ampliará el planteamiento del problema objeto de este estudio académico, y serán establecidos sus objetivos.

A partir del capítulo 4 se explicará el modelo utilizado para pronosticar la demanda con base en los registros históricos y en el análisis del comportamiento y de la tendencia de las ventas de las estaciones de servicio. Se analizará la estructura y la capacidad de almacenamiento del conjunto de estaciones abastecida por la flota propia de ExxonMobil de Colombia S.A. de Bogotá.

Durante los siguientes capítulos se describirá y analizará la cadena de abastecimiento de las estaciones de servicio y se planteará el modelo de control de inventarios ajustado a las características de los productos y de las estaciones.

En la última parte de este proyecto se desarrollará una aplicación en Excel, basada en los modelos planteados, en las características y restricciones de las

estaciones de servicio, que le permita a los usuarios tomar las mejores decisiones sobre el reabastecimiento para evitar pérdida por faltantes o costos adicionales por devolución de producto.

Finalmente se realizará un análisis de costos de los beneficios económicos que produce la herramienta en el negocio de los distribuidores minoristas de combustibles líquidos derivados del petróleo.

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Los lazos que unen la compañía al desarrollo socioeconómico de Colombia son múltiples y se remontan a los inicio del siglo XX, cuando en 1917 Tropical Oil Company más conocida como “La Troco” se estableció en Barrancabermeja, ciudad escogida como centro de trabajo para desarrollo de la Concesión De Mares.

Ante la carencia de infraestructura, sus actividades de exploración y montaje de equipos en las tupidas selvas del Magdalena Medio, fue necesario ampliar sus actividades a la construcción de carreteras, acueductos, plantas eléctricas, viviendas, hospitales y en general, todo lo necesario para los nuevos asentamientos humanos que daba origen la nueva industria del petróleo, hasta entonces desconocida en el país. Comienza a darse así la historia de Exxon en Colombia, empresa que desde hace 80 años, se relaciona con la historia del petróleo y, más recientemente, con la minería del carbón a gran escala.

En 1923, cuando ya se había iniciado la producción petrolera en la Concesión de los Mares, se celebró un contrato entre el Gobierno Nacional y Andian Nacional Corporation, compañía filial de la entonces Standard Oil, hoy Exxon, para la construcción del primer oleoducto colombiano que se llevaría a cabo desde dicha Concesión en el Litoral del Atlántico. En 1926 inició sus operaciones con nueve estaciones de bombeo situadas sobre el margen derecho del río Magdalena. A mediados de 1984, ya con diecisiete estaciones y después de setenta años de intensa actividad, Andian apagó los enormes motores de sus estaciones de bombeo dando paso a nuevas tecnologías en el transporte de crudo por oleoducto.

Para asegurar el autoabastecimiento de combustible y atender la naciente industria nacional se construyó la primera unidad de destilación del país, que más tarde experimentó varios ensanches hasta convertirse en la refinería de Barrancabermeja.

El 25 de agosto de 1951, fecha en la que se daba término al contrato de explotación de la Concesión de Mares, revirtieron a ECOPETROL, creada por el gobierno nacional colombiano, no sólo los pozos y todas las instalaciones petroleras de la concesión, sino también la refinería de Barrancabermeja que en ese momento ya contaba con una producción de 36.000 barriles diarios. Culminadas las actividades de Tropical Oil Company inicio operaciones Internacional Petroleum Colombia Limited, INTERCOL, una nueva filial de Standard Oil Company (N.J.). La naciente compañía suscribió el contrato de uso y

manejo de la refinería con ECOPETROL por diez años, que terminó en marzo de 1961 con el objetivo de facilitar la transición y dar tiempo para completar la estructuración administrativa, técnica y financiera de Ecopetrol.

Paralelamente, en 1953 INTERCOL inició la construcción de la refinería de Cartagena en el área de Mamonal, para abastecer de productos refinados a las regiones del Litoral del Atlántico y del occidente del país a través del canal de Panamá y el Puerto de Buenaventura. La nueva refinería se dio al servicio en diciembre de 1957, la cual fue vendida a ECOPETROL en junio de 1974, pasando todo el personal administrativo, profesional, técnico y operativo, entrenado por INTERCOL, al servicio del nuevo dueño de la refinería: el Estado Colombiano.

La mayor capacidad de procesamiento de la refinería de Cartagena permitió a INTERCOL la creación de dos importantes industrias químicas y de fertilizantes: Abonos Colombianos S.A. ABOCOL y Amoniaco del Caribe S.A. AMOCAR, que fueron las primeras en integrar la producción de fertilizantes en el país, generando gran apoyo a la agricultura colombiana desde el inicio de sus operaciones en 1963. Los intereses de INTERCOL en estas dos importantes empresas fueron vendidos a los accionistas colombianos de ABOCOL hacia finales de 1972.

A través de inversiones Esso de Colombia S.A., constituida en 1963, Exxon promovió la creación y financiación de empresas en sectores distintos al de energía tales como Industria Ganadera de Colombia S.A., Consorcio Pesquero S.A. e Industrias San Jorge de Bogotá, Ladrillera El Cerro LTDA. En Cartagena, Consorcio Ganadero Costeño en Barranquilla, Forjas de Colombia S.A., Fundiciones y Máquinas S.A., Trefilco y Máquinas de Coser y Bordar Sigma S.A. en Bucaramanga. Las acciones de estas empresas fueron puestas a disposición de inversionistas colombianos, con el objetivo de promover la construcción de empresas en diferentes sectores del país.

Con los activos que no estaban involucrados en la reversión de la Concesión de Mares y con el fin de continuar las actividades del departamento de ventas de la Tropical Oil Company que distribuía los productos refinados de Barrancabermeja, así como otros importados, nació en 1949 Esso Colombiana S.A., empresa que, desde entonces ha distribuido combustibles, lubricantes y accesorios a lo largo y ancho de país, inicialmente transportando sus productos en los ocho remolcadores con los que contaba para recorrer el río Magdalena entre Barranca y Cartagena, a través del Canal del Dique.

Hoy Esso Colombiana Limited cuenta con una cadena de 350 estaciones de servicio, nueve plantas de abasto, una planta de fabricación de lubricantes e instalaciones en los principales aeropuertos del país. Desde hace varios años la Compañía ha venido utilizando la más avanzada tecnología disponible en el mundo para garantizar la más segura operación desde el punto de vista ambiental, no sólo en su red de estaciones de servicio sino en todas sus instalaciones. En la actualidad, Esso Colombiana adelanta un importante programa de inversión para

la construcción de nuevas estaciones de servicio y para la remodelación de su cadena.

Dentro de los nuevos programas de mercadeo que ofrece la Compañía se destacan los mini mercados, "Tiger Market" que se están incorporando a las Estaciones de Servicio, donde se pueden conseguir en impecables condiciones de aseo y comodidad comidas y bebidas rápidas, artículos de primera necesidad y cajero automático durante 24 horas.

Adicionalmente se están instalando lavaderos de carros con tecnología alemana, "Tiger Wash", que permiten atender 10 vehículos por hora y reciclar el 80% del agua, colocándose así a la vanguardia tecnológica, para responder favorablemente a las campañas cívicas de ahorro de agua. En los nuevos sitios para cambio de aceite, "Super Oil Express", adicionalmente a la prestación de servicio de forma ágil y eficiente, se le ofrece al cliente una revisión general de su vehículo, para que el conductor colombiano tenga estándares de calidad altos y cuente con más y mejores servicios de la marca ESSO.

Al igual que en otros países, Exxon creó en Colombia una compañía química independiente. Fue así como en 1968 se constituyó Productos Químicos Esso Inc. En 1987 cambió su razón social por Exxon Chemical del Sur Inc. y fue enfocada a las actividades de mercadeo nacional y a las compañías químicas filiales de Exxon que operan en Centro América, Ecuador y Perú.

Dentro de las actividades de exploración de petróleo y gas adelantadas por INTERCOL, hoy Esso Colombiana Limited, cabe destacar las realizadas en Santander, Sucre, Córdoba, Huila, los Llanos Orientales y Arauca, donde se rompió un record de profundidad de las perforaciones efectuadas, que sirvieron para facilitar el hallazgo posterior de Caño Limón. INTERCOL adelantó las primeras perforaciones costa afuera del país en 1967, en aguas del Pacífico frente a Buenaventura, en 1973 en las costas de la Guajira, y en 1979 en Morrosquillo, Urabá y Tayrona.

Conscientes de su responsabilidad social, las afiliadas a Exxon en Colombia han hecho presencia en diversos campos de la vida cultural y social del país, y en sectores como la salud, la educación y el medio ambiente.

1.2. EXXONMOBIL, 90 AÑOS EN COLOMBIA

Tabla 1. Trayectoria de ExxonMobil Colombia S.A. en los últimos 90 años.

1917	La Tropical Oil Company, Troco, se establece en Barrancabermeja. En 1920 se convirtió en filial de la Imperial Oil Company, empresa canadiense del grupo Standard Oil Company.
1919	La Troco recibe la concesión De Mares.
1922	La Troco abre la refinería de Barrancabermeja.

- 1923** Andean Nacional Corporation, compañía canadiense filial de Standard Oil, construye el oleoducto de Barrancabermeja a Cartagena.
- 1926** Primera exportación de crudo colombiano (88.172 barriles), desde Mamonal hasta Estados Unidos. Se registra el óvalo Esso como marca comercial.
- 1935** Mobil inicia operaciones en Colombia con el nombre de Socony Vacuum, en explotación de crudo.
- 1946** La Troco compra una cadena de estaciones de servicio en el occidente colombiano. El nombre de los productos Troco es reemplazado por Esso.
- 1950** Socony Mobil Oil Co. cambia su nombre a Mobil Oil Company.
- 1951** Nace Ecopetrol para recibir la concesión De Mares que revertía a la Nación. Se crea la International Petroleum Colombia, INTERPOL, filial de Standard Oil. Se inicia la construcción del poliducto de Cundinamarca desde Puerto salgar y la refinería de La Dorada.
- 1955** INTERPOL construye la refinería de Cartagena en Mamonal. Se funda Codi (luego Mobil de Colombia S.A.).
- 1956** Llegan al mercado las gasolinas Esso Extra y Esso Motor Oil.
- 1972** La Standard Oil cambia su nombre por Exxon Corporation.
- 1974** INTERPOL le vende a Ecopetrol la refinería de Cartagena, INTERPOL recomienda la zona de El Cerrejón para adelantar un proyecto de producción de carbón a cielo abierto.
- 1985** Se exportan las primeras 33000 toneladas de carbón de El Cerrejón.
- 1988** INTERPOL cambia su nombre a Esso Colombiana. Se comienza a usar la imagen del tigre en todas las actividades de mercadeo de Esso Colombiana.
- 1990** Se construye el Oleoducto Colombia, que conecta la estación de Vasconia, al norte de Puerto Boyacá, con Coveñas, Sucre. A la Fundación Exxon Colombiana se le otorga la orden al mérito Icetex en el grado "Cruz de Oro" como reconocimiento a la labor educativa que por más de seis años ha desarrollado mediante el programa de crédito educativo para carreras técnicas e intermedias.
- 1991** La Fundación Exxon Colombiana otorga 620 créditos educativos para carreras técnicas intermedias. Durante siete años de labores, la fundación ha otorgado 4000 créditos educativos por un valor cercano a los 800 millones de pesos.
- La función exploratoria de la Esso Colombiana se transfiere a la Exxon Exploration con sede en Houston. En el Huila se termina la construcción del oleoducto que va del campo Yaguará a la estación Tenay.
- 2000** Se fusionan Exxon y Mobil. En Colombia se aprueba la integración de Mobil de Colombia S.A., que absorbió a Esso Colombiana Limited, y cambió su nombre por ExxonMobil de Colombia S.A.
- 2004** ExxonMobil de Colombia S.A., junto con ECOPETROL, Petrobrás, y la Agencia Nacional de Hidrocarburos firma con la Agencia Nacional de Hidrocarburos el primer contrato para iniciar la exploración costa afuera en Colombia.
- 2005** Se realiza el primer despacho de alcohol carburante a una planta de ExxonMobil desde el Ingenio Cauca.

- 2007** El Gobierno Nacional concede la Orden del Mérito Comercial en la Categoría de Gran Oficial a la empresa ExxonMobil de Colombia, en reconocimiento a su notable contribución al comercio del país, la máxima otorgada a las grandes empresas que prestan servicios meritorios en el campo del comercio nacional y su desarrollo, con ocasión de los 90 años de operación ininterrumpidos de compromiso con el país.

Fuente: Revista Lámpara “80 de Historia de Esso” 2007

Tabla 2. Fechas Especiales para Mobil

- 1918** Se realiza el primer registro de marca de la compañía (la Gagoyle) en Colombia.
- 1934** La Socony Vacuum consigue junto con el gobierno colombiano una concesión para la exploración y búsqueda de petróleo.
- 1937 – 51** Se explotan unos pozos de petróleo en las concesiones Cantagallo, Aguas Claras y El Difícil, que luego fueron vendidos. ExxonMobil empieza actividades de mercadeo en Medellín, promoviendo la venta de lubricantes importados a través de distribuidores. Posteriormente extendió sus operaciones a las ciudades de Bogotá y Cali con el mismo sistema de distribuidores y vendiendo sólo lubricantes.
- 1955** Se funda “Colombianos Distribuidores de Combustibles S.A.”. CODI, empresa que estableció negocios de distribución y venta de combustibles y lubricantes en diferentes regiones del país.
- 1955** Se construyen tres tanques de combustible (Gasolina, Diesel y Kerosene) en Puente Aranda, Bogotá. Igualmente, abren las plantas de Guaduas y La Dorada.
- 1957** Mobil adquiere interés económico en CODI. CODI compra una pequeña empresa establecida en Barranquilla bajo la razón social de combustibles del Caribe, cuyos principales activos eran 3 remolcadores, 12 planchones, y una pequeña planta de almacenamiento y distribución de combustibles.
- 1960** Se realiza la fusión de las compañías Mobil y CODI. CODI compra la Distribuidora de Combustibles ECOL en Medellín.
- 1963** Se construye la fábrica de lubricantes, suspendiéndose la importación de la mayor parte de los lubricantes terminados. En este año se constituye la Cooperativa de Ahorro y Crédito CODI ExxonMobil Limitada.
- 1964** En diciembre, tras la adquisición por parte de Mobil Chemical de la empresa Martín Marieta, representada en Colombia por la American Marieta Idepint (AMI), se constituye la sociedad anónima Mobil Ami.
- 1969** A través de Mobil Ami se adquieren las Estaciones de Servicio de propiedad de la compañía Shell, que se retira del mercado nacional. Se dan al servicio las nuevas plantas de Yumbo y Coveñas.
- 1971** Se inicia el proceso de modernización de las plantas de abastecimiento.

- 1973** La Compañía deja sus antiguas oficinas en el centro de la ciudad y se traslada al edificio “Avenida Chile”, ubicado en la calle 72 con carrera 5ª.
- 1974** Se crea Mobil Grupo Andino, con sede en Bogotá. Bajo su dirección estaban las afiliadas de Colombia, Chile, y Perú.
- 1975** Se lanza el nuevo aceite Mobil Super.
- 1979** Se inicia la construcción del edificio ubicado en la calle 70 con carrera 7ª.
- 1980** Se hace el lanzamiento, por primera vez en forma simultánea en Europa, Estados Unidos y el Grupo Andino, del aceite Mobil Super 15W-50.
La Compañía adquiere computadores Burroughs B-1855 para su Departamento de Sistemas.
- 1982** Mobil se vincula como copatrocinador de copas automovilísticas en el país.
- 1986** Surge el programa “Club Delvac”.
- 1987** José Luís Villalba asume la Presidencia de Mobil Grupo Andino. MOCAI, entidad que trabaja las Ventas internacionales de la Compañía en el área de Centroamérica, pasa a ser responsabilidad de Mobil de Colombia S.A.
- 1988** La Alcaldía Mayor de Bogotá impone a la Compañía la “Orden Civil al Mérito Ciudad de Bogotá”.
- 1989** Se inicia la construcción de la nueva planta de abastecimiento entre Cartagena y Barranquilla, GALAPA, primera en el país con participación de Texaco y Esso.
- 1990** Asume la dirección de la Compañía, el señor Meter J. Ciapparelli.
- 1993** Se logra el Premio Norma Técnica Icontec ISO-9002 a la Calidad Total en Lubricantes, grasas y emulsiones cera.
- 1994** Se entrega por primera vez en Latinoamérica el Premio Pegaso de Literatura, coordinado desde Mobil de Colombia. Mobil de Colombia S.A. recibe la Cruz de Plata de la Orden Nacional al Mérito que otorga el Presidente de la República.

Considerado como el evento cultural más importante del años en Colombia, Mobil presenta, posprimera vez en el continente, la “misa Solemne” de Héctor Berilos.
Celebración del 75 Aniversario de presencia Mobil en Colombia.

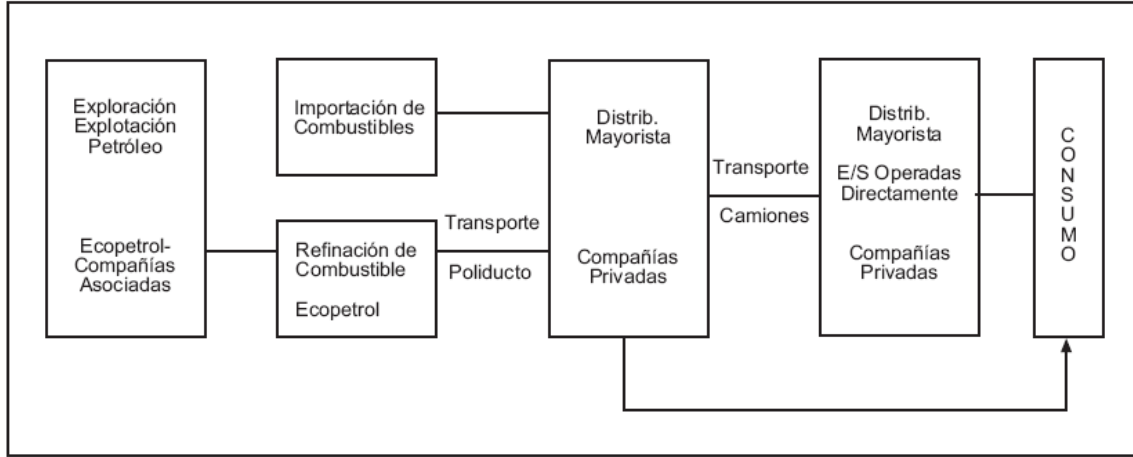
Fuente: Revista Diálogos Mobil “75 años Mobil en Colombia”

1.3. LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES EN COLOMBIA

Enfocándose en el negocio de los combustibles en Colombia, a continuación se describe de manera clara la arquitectura de la cadena productiva de combustibles en Colombia, en la que se identifican los miembros primarios de la cadena:

Gráfico 1. Cadena productiva de combustible en Colombia.

Cadena productiva de combustible en Colombia



Fuente: Determinantes de la Integración Vertical en la Cadena de Distribución de Combustibles en Colombia¹

La cadena de distribución de combustibles en Colombia involucra tanto al Estado como al sector privado. El Estado se encuentra presente en la cadena, en las Refinerías Locales, las importaciones de hidrocarburos, el almacenamiento, y el transporte de los productos mediante los poliductos. El sector privado se encuentra representado por las plantas de abasto, el transporte y las estaciones de servicio. Como se evidencia, la Cadena de Distribución de Combustibles en Colombia está compuesta por eslabones públicos y privados y está regulada por el Decreto 4299 de 2005, que tiene en cuenta a todos y cada uno de los miembros de dicha cadena y establece para éstos los requisitos, obligaciones y el régimen sancionatorio.

La exploración y explotación de los yacimientos es realizado por Ecopetrol y otras compañías. La refinación y producción de combustible está a cargo de ECOPETROL mediante la operación de los complejos industriales de Barrancabermeja, Cartagena, Orito y Apiay, de las cuales la refinería de Barrancabermeja cuenta con la mayor capacidad total de refinación nacional.

En cuanto al Refinador, definido en el Decreto 4299 como “Toda persona natural o jurídica que ejerce la actividad de refinación de hidrocarburos para la producción de combustibles líquidos derivados del petróleo”² son en mayoría operadas por ECOPETROL. Otro eslabón es el Importador, representado de manera principal

¹ GORBANEFF, Yuri; RESTREPO, Alicia. Determinantes de la Integración Vertical en la Cadena de Distribución de Combustible en Colombia. En : Cuadernos de Administración, No. 033. 2007. Pontificia Universidad Javeriana. p. [colocar la página](#).

² MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. República de Colombia. Decreto 4299 de 2005, Capítulo I. Generalidades. [en línea] [Consultado en Septiembre de 2008]. Disponible en <http://www.sipg.gov.co/sipg/documentos/Servicios/Dec_4299_2005.pdf>

por ECOPETROL, para el cual todas las regulaciones están definidas en el Capítulo III del Decreto mencionado anteriormente. El almacenamiento se convierte en un eslabón más del Estado en la participación en la cadena descrita, el cual se encarga de ejercer la actividad de almacenamiento de combustibles líquidos derivados del petróleo y para el cual también está definida la regulación en el Decreto 4299, capítulo IV.

Para el transporte de los diferentes productos, se cuenta en Colombia con una amplia red de poliductos, en gran parte propiedad de ECOPETROL. Los productos se transportan desde las refinerías o los centros de acopio de los combustibles importados, hasta los tanques de almacenamiento de las compañías del sector privado que componen la cadena.

La participación del sector privado dentro de esta amplia Cadena de Distribución de Combustibles en Colombia está representada básicamente por tres eslabones, que se encuentran regulados por el mismo decreto en los capítulos V, VI y VII.

1. Distribuidor mayorista: Este agente de la cadena debe tener una capacidad mínima de almacenamiento de 780.000 galones.
2. Transportador.
3. Distribuidor Minorista.

Los distribuidores mayoristas, son considerados el pilar de desarrollo del segmento minorista. El transportador o transporte está compuesto por muchos participantes, existe poca organización e infraestructura vieja, entre otras características.

El objetivo del Decreto 4299 de 2005 y del Decreto 1333 de 2007 es establecer los requisitos, obligaciones y el régimen sancionatorio aplicables a los agentes de la cadena de distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo, excepto GLP (Gas Licuado de Petróleo), señalados en el Artículo 61 de la Ley 812 de 2003, con el fin de resguardar a las personas, los bienes y preservar el medio ambiente.

La reglamentación del Ministerio de Minas y Energía de la Republica de Colombia define la siguiente clasificación de las Estaciones de Servicio por Clase de Producto y por Naturaleza³:

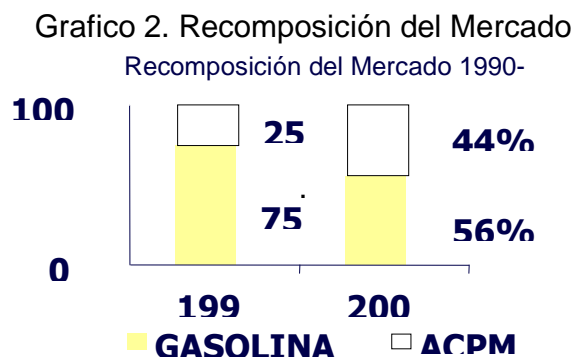
- Clase de Producto:
 - GNV (Gas Natural Vehicular)
 - Combustibles Líquidos
 - Mixtas

³ Ministerio de Minas y Energía, Republica de Colombia. Cadena de distribución de los combustibles en Colombia. [en línea] [Consultado en Septiembre de 2008]. Disponible en <http://www.medellin.gov.co/alcaldia/jsp/modulos/P_ciudad/obj/pdf/IMPLICACIONES%20DEL%20DECRETO%204299%20de%202005.pdf>

- Naturaleza
 - Servicio Público: Es aquella destinada a suministrar combustibles, servicios y venta de productos al público en general, según la clase del servicio que preste.
 - Servicio Privado: Es aquella perteneciente a una empresa o institución, destinada exclusivamente al suministro de combustibles para sus automotores. Se exceptúan de esta clasificación, las estaciones de servicio de empresas de transporte colectivo, las que también están obligadas a prestar servicio al público, salvo cuando estén totalmente cercadas.

De la misma manera el Ministerio de Minas y Energía mediante el Decreto 1521 de 1998 define los reglamentos técnicos para las Estaciones de Servicio automotriz y fluvial, así como el Decreto 283 lo hace para el distribuidor mayorista, al almacenador y el gran consumidor.

En cuanto al consumo de combustibles en Colombia existe una marcada tendencia a la “dieselización” del parque automotor y, por lo tanto, una reducción en la demanda de gasolinas corriente y extra. Lo anterior está sustentado en un estudio publicado por la Asociación Colombiana de Petróleo⁴, en donde según información suministrada por ECOPETROL, la recomposición del mercado de combustibles, se dio de la siguiente forma entre los años de 1990 y 2004, evidenciando el incremento de la participación en el mercado por parte del ACPM:



Fuente: GONZALEZ, Juan F. Mercado de Combustibles Líquidos Expoenergía 2004

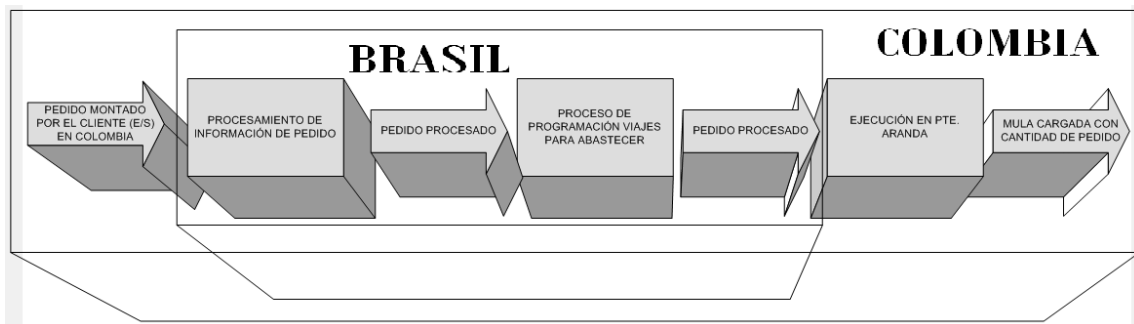
De igual forma, el consumo de los combustibles líquidos derivados del petróleo se ve afectado por el incremento en los vehículos que hoy se movilizan alimentados por Gas Natural Vehicular.

⁴ GONZALEZ, Juan F. Mercado de Combustibles Líquidos Expoenergía 2004. Asociación Colombiana de Petróleo. [en línea] [Consultado en Septiembre de 2008]. <<http://www.acp.com.co/Condiciones de Inversi%c3%b3n/Mercado de combustibles/>>

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

ExxonMobil de Colombia S.A cuenta con una flota propia y una flota contratada para distribuir combustibles a las Estaciones de Servicio ESSO y MOBIL, en adelante: E/S, que tienen contrato con la compañía, y se encuentran ubicadas en el perímetro urbano de Bogotá y en las vías o municipios cercanos a la capital. La flota propia de Bogotá esta compuesta por 5 tractomulas, y tiene a su cargo suministrar combustible a 97 estaciones, operando 20 horas diarias los siete días de la semana.

Grafico 3. Proceso de Flujo de Información de pedido.



Fuente: ExxonMobil de Colombia S.A.

Los clientes o estaciones de servicio, montan los pedidos en un sistema interno de la compañía, esta información es procesada en Curitiba-Brasil lugar donde está centralizado todo lo correspondiente a servicio al cliente de Colombia y otros países. En Curitiba hay un equipo de personas encargadas de programar los viajes necesarios para cumplir con las solicitudes de los clientes, teniendo en cuenta la disponibilidad de conductores y de tractomulas que tiene la flota.

Después de que un cliente ingresa una solicitud de pedido, la flota o la compañía, debe responder a esta en un máximo de 24 horas, con la respuesta se agrega la hora aproximada de llegada del pedido a la estación entre un rango no superior a cuatro horas, debido a la gran cantidad de factores que pueden afectar los tiempos de entrega de los viajes. Diariamente a las 12 del día el sistema hace un pequeño cierre o corte y publica el listado de los clientes que solicitan un pedido para el transcurso de la noche y el primer turno del día siguiente, con lo cual se diseña la programación de la distribución de pedidos.

Las estaciones de servicio son los distribuidores minoristas de esta compleja cadena de abastecimiento, y son los encargados de proveer combustible al consumidor final.

La competencia en este sector día por día es más fuerte por la gran cantidad de estaciones de servicio que hay en la ciudad y además por la fuerza que han tomado los productos que pueden sustituir la gasolina y el diesel como combustible.

Uno de los problemas más recurrentes que tienen las estaciones de servicio actualmente, es el desabastecimiento ocasional o constante de algunos de los productos que venden, generando clientes y/o consumidores inconformes por la falta de producto o por la demora causada en la atención, lo que repercute en el deterioro de la imagen de las marcas Esso y Mobil, y además disminuye los ingresos y las utilidades de los llamados distribuidores minoristas.

Por otro lado, las estaciones en su afán de ingresar un pedido para evitar desabastecimientos, no calculan correctamente el cupo que tienen y se ven obligados a devolver producto, causando costos adicionales por el cobro del flete de devolución efectuado por el distribuidor mayorista. Este es el problema opuesto al desabastecimiento, que igualmente es causado por un control poco eficiente de los inventarios.

El tiempo de desabastecimiento puede ser reducido o eliminado siempre y cuando se tenga un *stock* de seguridad apropiado para satisfacer la demanda durante el periodo de tiempo adicional, que generan los factores causantes del desabastecimiento, ya que prolongan el momento en que se realizará el reabastecimiento.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo de abastecimiento que permita controlar los inventarios de Combustibles líquidos derivados del petróleo de las estaciones de servicio Esso y Mobil abastecidas por la Flota Propia de ExxonMobil de Colombia de Bogotá, mediante la generación de pronósticos, de tal forma que disminuya la cantidad de ventas perdidas por faltantes y los costos ocasionados por devoluciones, aumentando el buen nombre comercial de Esso y Mobil como las marcas principales de ExxonMobil, beneficiando a todos los consumidores de este servicio público y mejorando el servicio prestado por la Flota Propia de ExxonMobil de Colombia de Bogotá.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar un modelo matemático para pronosticar la demanda de combustibles de las E/S, tomando como base los registros históricos de ventas, y así conocer con precisión el comportamiento de sus inventarios.
- Determinar la tendencia y estacionalidad que se desarrollan en el comportamiento de la demanda de los productos derivados del petróleo seleccionados con base en el histórico de ventas.
- Aplicar un modelo de control de inventarios a los tanques de almacenamiento de las Estaciones de Servicio teniendo en cuenta el consumo, para determinar el inventario de seguridad y el punto de reorden.
- Analizar la frecuencia y el impacto que puede tener en el nivel de los inventarios cada uno de los factores que causan el desabastecimiento, para evitar que alguno de estos sea el causante de pérdida de ventas por faltantes.
- Diseñar una herramienta analítica que permita tomar decisiones sobre el momento en que se debe hacer el reabastecimiento, teniendo en cuenta los diferentes factores que pueden retrasar el proceso y afectan el flujo continuo de la cadena de abastecimiento, tomando como base el modelo matemático de pronósticos y la capacidad de almacenamiento.
- Analizar los factores que influyen en el estado de cuenta de las Estaciones de Servicio con Exxon Mobil.

4. MODELO DE PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA DE COMBUSTIBLES EN LAS E/S

En el presente capítulo se llevará a cabo un estudio sobre la demanda de los productos distribuidos por la flota propia de ExxonMobil Planta de Puente Aranda. Del mismo modo, se mostrará la forma como se distribuye porcentualmente esta demanda en la población de E/S que son abastecidas por dicha flota, y se analizará la información obtenida con el fin de generar un modelo que logre pronosticar la demanda de combustibles en las estaciones de Servicio ESSO y MOBIL abastecidas por la flota mencionada.

4.1. ANÁLISIS DE LOS REGISTROS HISTÓRICOS Y EL COMPORTAMIENTO DE LAS VENTAS EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO E/S

Como ya se mencionó en el Planteamiento del Problema, (Ver Capítulo 2) del presente documento, la flota cuenta con 5 tracto mulas, encargadas de suministrar los diferentes productos combustibles líquidos como lo son la Gasolina Corriente, Gasolina Extra, Diesel Ecológico y Diesel Corriente a cada una de las 97 Estaciones de Servicio que conforman la población a la cual deben abastecer. Estaciones que se diferencian unas de otras, por características como la capacidad de sus tanques de almacenamiento, es decir, la capacidad instalada, el estrato del barrio en el cuál se encuentran ubicadas, el tipo de vehículos que atienden, es decir, si es o no una estación en la que buses, camiones, tractomulas y/o taxis abastecen sus tanques. Otra característica importante en cuanto a ubicación, es por ejemplo si se encuentra fuera del perímetro urbano, a la salida o entrada de Bogotá; si dentro de sus instalaciones cuenta con servicio de aprovisionamiento de Gas Natural vehicular, lavadero, montallantas o tienda. Todas las características antes mencionadas, hacen que cada una de las Estaciones de Servicio tenga un comportamiento particular.

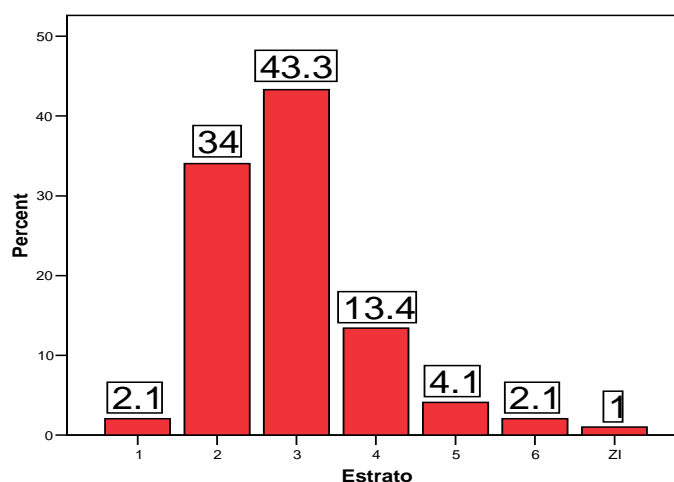
En la población de estaciones de servicio, las características antes mencionadas se comportan de la siguiente forma: (Ver Anexo 1).

➤ **Estrato:**

Como se puede observar, el casi el 80% de la población de estaciones de servicio están ubicadas en barrios de estratos 1, 2 y 3.

Gráfico 4. Distribución de la ubicación de la población de estaciones de servicio por estrato

		Estrato			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	2	2,1	2,1	2,1
	2	33	34,0	34,0	36,1
	3	42	43,3	43,3	79,4
	4	13	13,4	13,4	92,8
	5	4	4,1	4,1	96,9
	6	2	2,1	2,1	99,0
	ZI	1	1,0	1,0	100,0
Total		97	100,0	100,0	



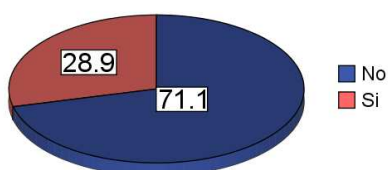
Fuente: Cálculos del autor

- **Buses o taxis:**
Solamente el 28.9% de la población de estaciones de servicio atienden masivamente vehículos como buses, camiones y/o taxis.

Tabla 3. Distribución de estaciones de acuerdo a tipo de cliente

		Buses o taxis			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No	69	71,1	71,1	71,1
	Si	28	28,9	28,9	100,0
	Total	97	100,0	100,0	

Gráfica 5. Porcentaje de estaciones de acuerdo a tipo de cliente



Fuente: Cálculos del autor

➤ Salida o entrada a Bogotá:

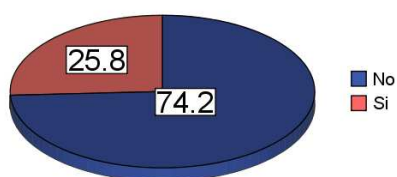
De las 97 estaciones de servicio solo 25 están ubicadas a las afueras de Bogotá, es decir un 25.8%, lo cual significa que la gran mayoría de estas se encuentran dentro del perímetro urbano.

Tabla 4. Distribución de estaciones de de servicio según su ubicación dentro o fuera del perímetro urbano

Salida o entrada a Bogotá

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid No	72	74,2	74,2	74,2
Si	25	25,8	25,8	100,0
Total	97	100,0	100,0	

Grafico 6. Porcentajes de Estaciones de Servicio en el perímetro urbano de Bogotá



Fuente: Cálculos del autor

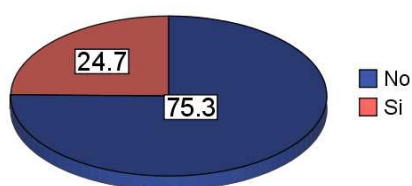
➤ Tienda:

Únicamente 24.7% de las estaciones de servicio tienen algún tipo de tienda o mini-mercado en sus instalaciones.

Tabla 5. Distribución de estaciones de servicios con de tiendas o mini-mercados

		Tienda			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No	73	75,3	75,3	75,3
	Si	24	24,7	24,7	100,0
Total		97	100,0	100,0	

Gráfico 7. Porcentaje de Estaciones de Servicio con mini-mercados o tiendas



Fuente: Cálculos del autor

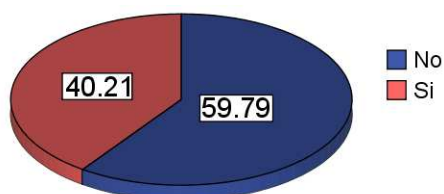
➤ Montallantas:

En cuanto a servicio de montallantas la población se encuentra más equilibrada, pues un 40.2% de estas ofrece este servicio.

Tabla 6. Distribución de estaciones de servicios con montallantas

		Montallantas			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No	58	59,8	59,8	59,8
	Si	39	40,2	40,2	100,0
Total		97	100,0	100,0	

Gráfico 8. Porcentaje de Estaciones de Servicio con montallantas



Fuente: Cálculos del autor

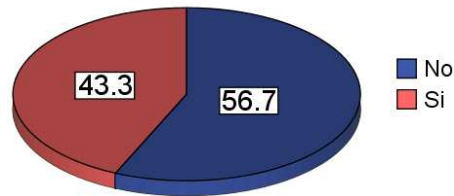
➤ Lavadero:

El servicio de lavadero con un 43.3%, tiene una presencia similar al del montallantas en esta población de estaciones de servicio.

Tabla 7. Distribución de estaciones de servicios con lavadero

Lavadero					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No	55	56,7	56,7	56,7
	Si	42	43,3	43,3	100,0
Total		97	100,0	100,0	

Gráfico 9. Porcentaje de Estaciones de Servicio con lavadero



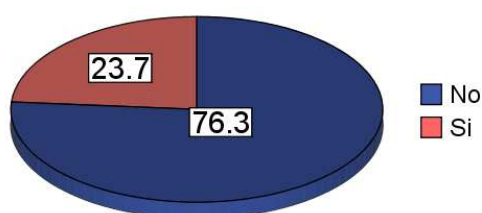
Fuente: Cálculos del autor

- Gas:**
 El servicio de gas natural vehicular según la información obtenida, lo ofrece el 23.7% de las estaciones de servicio, aunque cada día este porcentaje ha incrementado, pues un gran número de estaciones de servicio tienen planteado ofrecer esta opción, porque existe un gran número de vehículos que día a día se han venido transformando a gas natural.

Tabla 8. Distribución de estaciones de servicios GNV

Gas					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	No	74	76,3	76,3	76,3
	Si	23	23,7	23,7	100,0
Total		97	100,0	100,0	

Gráfico 10. Porcentaje de Estaciones de Servicio con GNV



Fuente: Cálculos del autor

Aplicando un análisis de varianza ANOVA , utilizando el programa SPSS 12.0 for Windows, de las características antes mencionadas, como técnica de asociación, para buscar algún tipo de asociación entre dichas variables y el volumen de ventas en la población de estaciones de servicio. Se plantea como hipótesis que el tener alguno de los servicios descritos (atención a buses o taxis, servicio a la salida o entrada de Bogotá, servicio de tienda, servicio de montallantas, lavadero, y suministro de gas natural vehicular) no hace que la estaciones de servicio tenga un volumen de ventas determinado, o que si tiene alguna de estas características vende más o menos volumen de combustible. Encontramos entonces los siguientes resultados:

- ANOVA Ventas por galones / buses y/o taxis:
Como se puede observar la diferencia de medias entre las estaciones que atienden vehículos como taxis o buses y las que no, es alta, y existe también una diferencia alta con respecto a la media de la población. Además, teniendo en cuenta el nivel de significancia obtenido, y el valor del coeficiente Eta, se puede afirmar que el hecho de atender o no buses o taxis en determinada estaciones de servicio, si afecta sus volúmenes de ventas.

Tablas 9. Resultados ANOVA de volúmenes de ventas de combustibles y tipo de clientes

Report

Ventas (gls)			
Buses o taxis	Mean	N	Std. Deviation
No	83294,129	69	42999,9851
Si	132568,1	28	93117,6392
Total	97517,546	97	65208,3462

ANOVA Table^a

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Ventas (gls) *	Between Groups	(Combined)	4,84E+10	1	4,836E+10	12,767	,001
Buses o taxis	Within Groups		3,60E+11	95	3787853374		
	Total		4,08E+11	96			

a. The grouping variable Buses o taxis is a string, so the test for linearity cannot be computed.

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
Ventas (gls) * Buses o taxis	,344	,118

Fuente: Cálculos del autor

▪ ANOVA Ventas por galones/Gas:

En este caso, de acuerdo con los resultados obtenidos, es posible afirmar que el hecho de suministrar gas natural vehicular en una estaciones de servicio, no tiene mayores efectos en los volúmenes de combustible vendidos.

Tablas 10 Resultados ANOVA entre volúmenes de ventas de GNV

Report

Ventas (gls)

Gas	Mean	N	Std. Deviation
No	99441,850	74	68647,7782
Si	91326,304	23	53527,7801
Total	97517,546	97	65208,3462

ANOVA Table^a

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Ventas (gls) * Gas	Between Groups (Combined)	1,16E+09	1	1155641943	,270	,605
	Within Groups	4,07E+11	95	4284723004		
	Total	4,08E+11	96			

^a. The grouping variable Gas is a string, so the test for linearity cannot be computed.

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
Ventas (gls) * Gas	,053	,003

Fuente: Cálculos del autor

▪ ANOVA Ventas por galones/Salida o entrada a Bogotá:

Para las estaciones de servicio que se encuentran a la salida o entrada de la ciudad no existe una diferencia sustancial con respecto a la media de ventas de la población de estaciones de servicio, y el hecho de estar o no a las afueras de Bogotá no se considera un factor relevante en cuanto a volúmenes de ventas.

Tabla. 11. Resultados ANOVA de volúmenes de ventas de combustibles y ubicación de estaciones de servicio

Report

Ventas (gls)			
Salida o entrada a Bogotá	Mean	N	Std. Deviation
No	96606,091	72	73275,9615
Si	100142,5	25	33383,6447
Total	97517,546	97	65208,3462

ANOVA Table^a

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Ventas (gls) * Salida o entrada a Bogotá	Between Groups	(Combined)	2,32E+08	1	232077921,0	,054	,817
	Within Groups		4,08E+11	95	4294444730		
	Total		4,08E+11	96			

a. The grouping variable Salida o entrada a Bogotá is a string, so the test for linearity cannot be computed.

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
Ventas (gls) * Salida o entrada a Bogotá	,024	,001

Fuente: Cálculos del autor

- ANOVA Ventas por galones * Tienda
El hecho de que exista una tienda o minimercado en la estaciones de servicio, tampoco es relevante en cuanto a los volúmenes de ventas.

Tabla. 12. Resultados ANOVA de volúmenes de ventas de combustibles con/sin tiendas

Report

Ventas (gls)			
Tienda	Mean	N	Std. Deviation
No	95731,882	73	72731,9613
Si	102948,9	24	33871,8874
Total	97517,546	97	65208,3462

ANOVA Table^a

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Ventas (gls) * Tienda	Between Groups	(Combined)	9,41E+08	1	940767719,7	,219	,641
	Within Groups		4,07E+11	95	4286984838		
	Total		4,08E+11	96			

a. The grouping variable Tienda is a string, so the test for linearity cannot be computed.

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
Ventas (gls) * Tienda	,048	,002

Fuente: Cálculos del autor

- ANOVA Ventas por galones * Montallantas:
Observando las medias de las estaciones de servicio que si tienen servicio de montallantas y las que no, es evidente que este servicio sí influye de cierta forma en los volúmenes de ventas, de tal forma que las estaciones de servicio que prestan este servicio tienen en promedio volúmenes de ventas más altos.

Tablas 13. Resultados ANOVA de volúmenes de ventas de combustibles con/sin montallantas

Report

Ventas (gls)

Montallantas	Mean	N	Std. Deviation
No	89975,076	58	69714,3442
Si	108734,6	39	56886,9213
Total	97517,546	97	65208,3462

ANOVA Table^a

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Ventas (gls) *	Between Groups	(Combined)	8,21E+09	1	8206580476	1,949	,166
Montallantas	Within Groups		4,00E+11	95	4210502598		
	Total		4,08E+11	96			

a. The grouping variable Montallantas is a string, so the test for linearity cannot be computed.

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
Ventas (gls) * Montallantas	,142	,020

Fuente: Cálculos del autor

- Ventas por galones * Lavadero:
En cuanto al servicio de lavadero, las estaciones de servicio que si lo prestan, venden en promedio mensualmente un volumen inferior a las que no, y la prueba hace suponer que si existe algún grado de asociación al prestar o no este servicio.

Tabla 14 Resultados ANOVA de volúmenes de ventas de combustibles con/sin lavadero

Report

Ventas (gls)

Lavadero	Mean	N	Std. Deviation
No	101741,4	55	72314,3466
Si	91986,260	42	54895,1036
Total	97517,546	97	65208,3462

ANOVA Table^a

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Ventas (gls) * Lavadero	Between Groups (Combined)	2,27E+09	1	2266264018	,530	,468
	Within Groups	4,06E+11	95	4273032245		
	Total	4,08E+11	96			

a. The grouping variable Lavadero is a string, so the test for linearity cannot be computed.

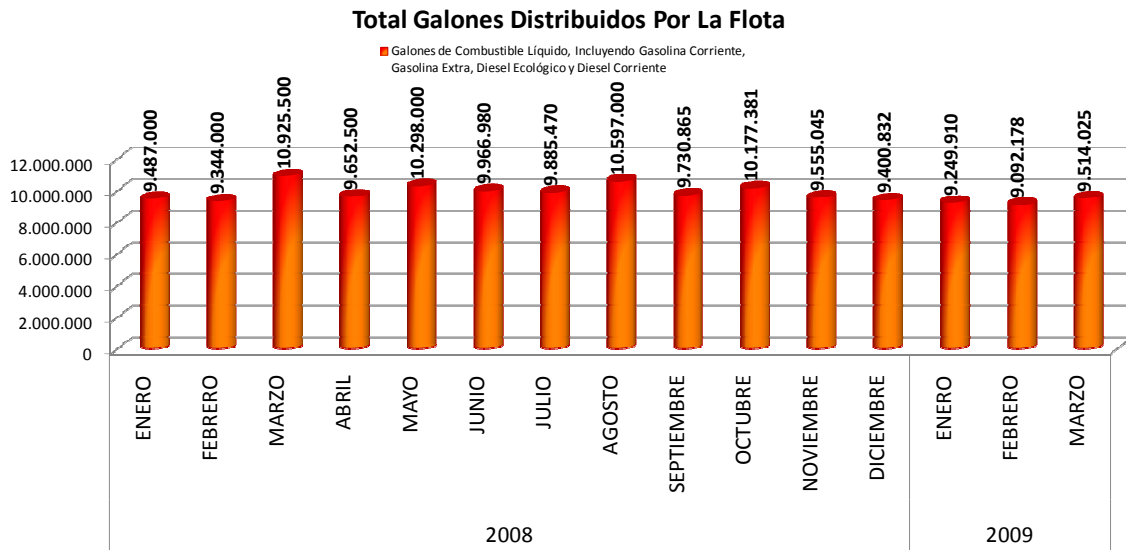
Measures of Association

	Eta	Eta Squared
Ventas (gls) * Lavadero	,075	,006

Fuente: Cálculos del autor

La flota, encargada de abastecer a la población de estaciones de servicio, distribuye en promedio 9.791.779 galones mensuales de combustible líquido, incluyendo gasolina corriente, gasolina extra, diesel ecológico y diesel corriente, cifra que permite suponer que diariamente se venden en promedio 3.605 galones de combustible en cada una de las estaciones de servicio.

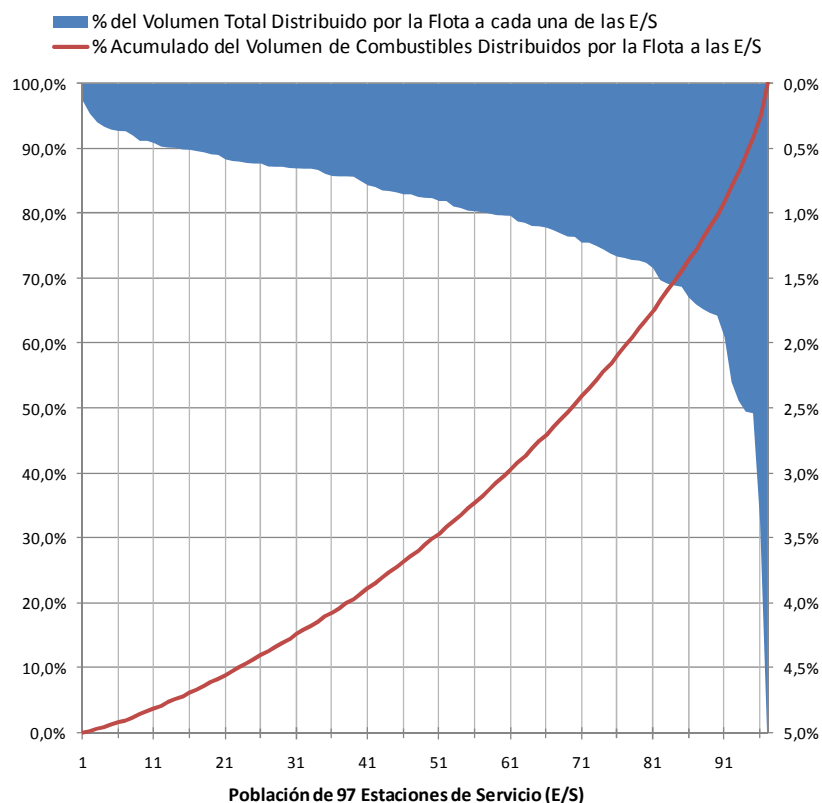
Gráfica 11. Total Galones Distribuidos por la Flota de ExxonMobil de Colombia S.A. de Bogotá



Fuente: Indicadores de gestión flota propia de ExxonMobil de Colombia S.A. de Bogotá

Pero debido a las características propias de cada estaciones de servicio dichos volúmenes diarios de ventas varían considerablemente entre unas y otras. De acuerdo con el volumen promedio mensual de combustible entregado a cada una de las 97 estaciones de servicio, la distribución de porcentajes con respecto al volumen total distribuido por la flota, varía desde un 0,1%, hasta un 5,0% en el caso de la estación ubicada en el Terminal de Transporte. Dichas cifras en galones significan aproximadamente una variación de 12.939 hasta 490.320 galones mensuales en promedio. De dicha distribución se puede observar que, el promedio del porcentaje distribuido a cada estación es un 1,0%, la mediana de estos valores corresponde al 0,9%, en galones 85.918, la moda es 0,7%, en galones aproximadamente 63.921 por mes, lo cual demuestra que a muy pocas estaciones de servicio se les distribuye menos de un 0,4% de volumen de combustible entregado por la flota, y de igual forma sólo a dos de estas se les distribuye más de un 2,5% del volumen entregado por la flota. A continuación se muestra la distribución en porcentaje del volumen promedio mensual entregado por la flota de ExxonMobil a las 97 estaciones de servicio:

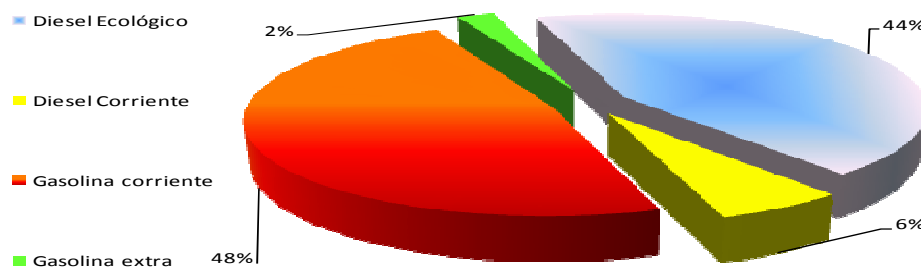
Gráfica 12. Distribución acumulada del volumen de combustible distribuido a las estaciones de servicio abastecidas por la Flota de ExxonMobil de Colombia S.A. de Bogotá



Fuente: Informe de volúmenes 2008 distribuidos por la Flota Propia de ExxonMobil S.A. Bogotá

Los volúmenes de combustible mencionados anteriormente, son distribuidos de la siguiente forma entre gasolina corriente, gasolina extra, diesel ecológico y diesel corriente, productos que constituyen el objeto de estudio del presente documento:

Gráfico 13. Volúmenes distribuidos por producto a las estaciones de servicio abastecidas por la Flota de ExxonMobil de Colombia S.A. de Bogotá

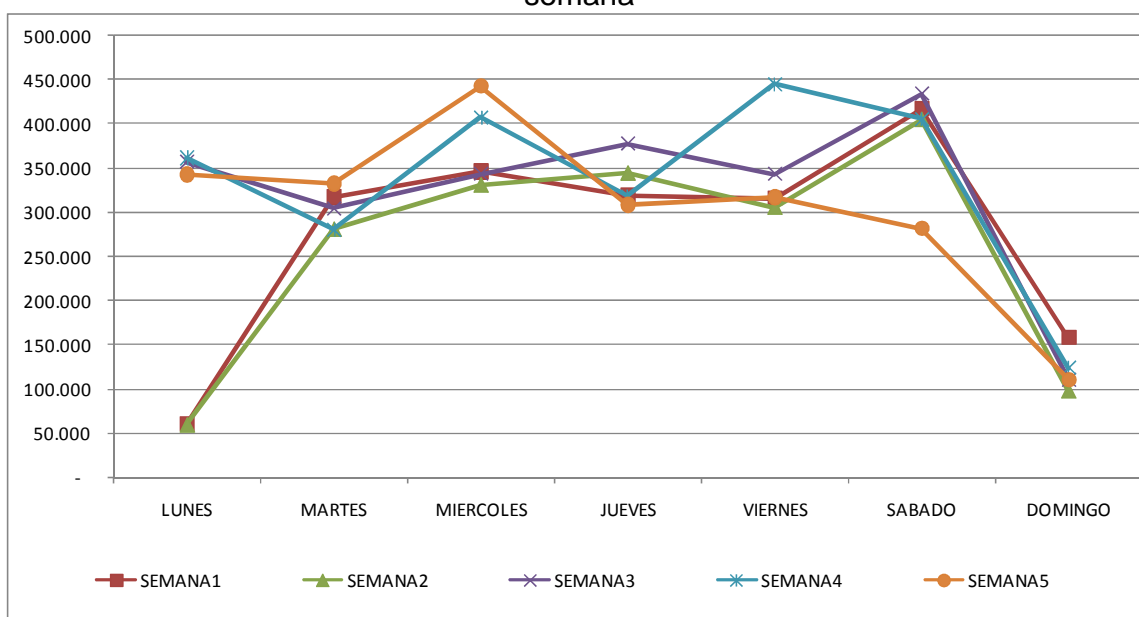


Fuente: Registro de pedidos distribuidos por la flota de ExxonMobil S.A. Bogotá

Es evidente que el mayor volumen de combustible distribuido a las estaciones de servicio está compuesto únicamente por dos productos, la gasolina corriente y el diesel ecológico, los cuales suman más del 90% del volumen de combustible movido por la Flota Propia de ExxonMobil de Colombia S.A. en la Planta de Puente Aranda, Bogotá, mientras que la gasolina extra es tan solo el 2%.

Analizando información de volúmenes de la flota distribuidos durante cinco (5) semanas, se evidencia un comportamiento similar por cada uno de los días de la semana, como lo muestra la gráfica.

Grafico 14. Análisis de la distribución de volumen de combustible por día de la semana



Fuente: Diseño del autor basado en archivo de tipificación de distribución.

Este tipo de estacionalidad observado en los volúmenes distribuidos por la flota, es un reflejo de lo que ocurre en la población de E/S, lo cual hace suponer que el comportamiento de ventas diario en las E/S es similar al antes observado. Gracias a este se decide estudiar la demanda de combustibles en las E/S por día y no tomando la semana completa, pues en este último caso se generaría mayor variabilidad. Como prueba de la anterior afirmación, y mediante la ayuda del programa estadístico SPSS for Windows 12.0, se generó una correlación entre los volúmenes de ventas por día distribuidos por la flota, encontrando los siguientes resultados:

Tabla 15. Estadística descriptiva de la distribución de volumen de combustible por día de la semana

Descriptive Statistics			
	Mean	Std. Deviation	N
LUNES	296222,22	135361,579	9
MARTES	344611,11	60844,976	9
MIERCOLES	373388,89	39776,546	9
JUEVES	332687,50	40254,492	8
VIERNES	387333,33	64685,779	9
SABADO	377875,00	51020,129	8
DOMINGO	126375,00	20413,144	8

Fuente: Cálculo del autor.

Tomando una determinada cantidad de datos por día de la semana, se evidenció la variabilidad existente entre uno y otro día de la semana en cuanto a los volúmenes de combustibles promedio distribuidos por la flota a las E/S. Este hecho está soportado mediante la siguiente tabla de correlaciones:

Si se observa la casilla en la que se cruza cada día con el siguiente (Por ejemplo, ver MARTES V. MIERCOLES), el coeficiente de correlación Pearson, que es el mismo que se obtiene al generar una regresión lineal entre las variables, tiene un valor distante de 0.8. que explicar el comportamiento de un día mediante la información en el día inmediatamente anterior. Esta afirmación contribuye a la decisión de analizar y generar proyecciones de ventas solo por día de la semana y no tomando los datos históricos de semanas completas para generar pronósticos de ventas.

Este tipo de estacionalidad observado en los volúmenes distribuidos por la flota, es un reflejo de lo que ocurre en la población de E/S, lo cual hace suponer que el comportamiento de ventas diario en las E/S es similar al antes observado. Gracias a este se decide estudiar la demanda de combustibles en las E/S por día y no tomando la semana completa, pues en este último caso se generaría mayor variabilidad.

Tabla 16 Correlación entre volúmenes diarios distribuidos por la Flota.

		Correlations						
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
LUNES	Pearson Correlation	1	,492	,408	,067	,654	-,347	-,063
	Sig. (2-tailed)	.	,178	,275	,876	,056	,399	,883
	Sum of Squares and Cross-products	1,5E+11	3,2E+10	1,759E+10	2,6E+09	4,6E+10	-1,7E+10	-1,2E+09
	Covariance	1,8E+10	4,1E+09	2199309028	3,7E+08	5,7E+09	-2,4E+09	-1,8E+08
	N	9	9	9	8	9	8	8
MARTES	Pearson Correlation	,492	1	,050	-,278	,590	-,575	,549
	Sig. (2-tailed)	,178	.	,898	,505	,094	,136	,159
	Sum of Squares and Cross-products	3,2E+10	3,0E+10	966861111	-3,4E+09	1,9E+10	-8,9E+09	3,39E+09
	Covariance	4,1E+09	3,7E+09	120857639	-4,8E+08	2,3E+09	-1,3E+09	4,84E+08
	N	9	9	9	8	9	8	8
MIERCOLES	Pearson Correlation	,408	,050	1	-,556	,093	-,824*	,104
	Sig. (2-tailed)	,275	,898	.	,152	,811	,012	,807
	Sum of Squares and Cross-products	1,8E+10	9,7E+08	1,266E+10	-6,4E+09	1,9E+09	-1,2E+10	6,10E+08
	Covariance	2,2E+09	1,2E+08	1582173611	-9,2E+08	2,4E+08	-1,7E+09	87151786
	N	9	9	9	8	9	8	8
JUEVES	Pearson Correlation	,067	-,278	-,556	1	,098	,517	-,428
	Sig. (2-tailed)	,876	,505	,152	.	,817	,190	,290
	Sum of Squares and Cross-products	2,6E+09	-3,4E+09	-6,436E+09	1,1E+10	1,9E+09	7,4E+09	-2,5E+09
	Covariance	3,7E+08	-4,8E+08	-919388393	1,6E+09	2,7E+08	1,1E+09	-3,5E+08
	N	8	8	8	8	8	8	8
VIERNES	Pearson Correlation	,654	,590	,093	,098	1	-,224	,225
	Sig. (2-tailed)	,056	,094	,811	,817	.	,594	,592
	Sum of Squares and Cross-products	4,6E+10	1,9E+10	1920083333	1,9E+09	3,3E+10	-5,5E+09	2,21E+09
	Covariance	5,7E+09	2,3E+09	240010417	2,7E+08	4,2E+09	-7,9E+08	3,16E+08
	N	9	9	9	8	9	8	8
SABADO	Pearson Correlation	-,347	-,575	-,824*	,517	-,224	1	-,019
	Sig. (2-tailed)	,399	,136	,012	,190	,594	.	,964
	Sum of Squares and Cross-products	-1,7E+10	-8,9E+09	-1,209E+10	7,4E+09	-5,5E+09	1,8E+10	-1,4E+08
	Covariance	-2,4E+09	-1,3E+09	-1,727E+09	1,1E+09	-7,9E+08	2,6E+09	-2,0E+07
	N	8	8	8	8	8	8	8
DOMINGO	Pearson Correlation	-,063	,549	,104	-,428	,225	-,019	1
	Sig. (2-tailed)	,883	,159	,807	,290	,592	,964	.
	Sum of Squares and Cross-products	-1,2E+09	3,4E+09	610062500	-2,5E+09	2,2E+09	-1,4E+08	2,92E+09
	Covariance	-1,8E+08	4,8E+08	87151785,7	-3,5E+08	3,2E+08	-2,0E+07	4,17E+08
	N	8	8	8	8	8	8	8

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Fuente: Informe de volúmenes 2008 distribuidos por la Flota Propia de ExxonMobil S.A. Bogotá

4.2. PROYECCIONES DE VENTAS EN LAS E/S

Para obtener proyecciones de ventas de combustibles en las E/S es necesario recurrir a generar pronósticos utilizando métodos ya estudiados, demostrados y usados en la realidad de las empresas para tomar decisiones. Aunque los

métodos de pronóstico no arrojan un resultado totalmente preciso, si contribuyen a acercarse a la realidad del comportamiento de la variable que se estudia, y de esta forma se pueden tomar decisiones más acertadas teniendo como base un método matemático y un análisis de datos reales.

De acuerdo con el horizonte de tiempo en los pronósticos, se pueden clasificar en pronósticos de corto plazo, mediano plazo y largo plazo. El pronóstico a corto plazo es crucial en la planeación de uno a otro día. El mediano plazo se mide en semanas o meses, y el largo plazo se utiliza por ejemplo, cuando se tienen necesidades de planeación que se pueden medir en años o mayores periodos de tiempo⁵. Como características de los pronósticos se pueden mencionar las siguientes: están generalmente equivocados, requiere tener en cuenta siempre alguna medida de error, cuanto más alejado esté el horizonte de pronóstico, menos exacto será, y finalmente los pronósticos no deben usarse para excluir información conocida⁶

Existen diferentes métodos de pronóstico, a continuación se mencionan algunos

- ✓ Métodos Subjetivos de Pronóstico: Basado en el juicio humano.
- ✓ Métodos Objetivos de Pronóstico: El pronóstico se deriva de un análisis de datos. Estos a su vez están compuestos por los métodos causales y de serie de tiempo.
 - Métodos Causales: Usan datos de otras fuentes que la serie que se predice.
 - Métodos de series de Tiempo: Se puede inferir información a partir del comportamiento de las observaciones pasadas. En este tipo de análisis se trata de aislar los patrones que se presentan con más frecuencia:
 - Tendencia.
 - Estacionalidad
 - Ciclos
 - Aleatoriedad⁷

A continuación se mencionan algunos métodos de pronóstico basados en los datos históricos o series de tiempo.

- **Promedios Móviles:** es un método sencillo, y frecuentemente utilizado. Consiste en generar un promedio aritmético de las N observaciones más recientes, y el resultado obtenido se usa como pronóstico para el siguiente periodo.
- **Suavizamiento Exponencial:** es un método muy utilizado también para pronosticar series de tiempo, entonces el pronóstico del periodo actual, es

⁵ NAHMIAS, Steven. Análisis de la Producción y las Operaciones. México : Continental, CECSA. 2005. p. 58.

⁶ NAHMIAS, Steven. Análisis de la Producción y las Operaciones. Compañía Editorial Continental, CECSA. México, 2005. P. 59.

⁷ Ibíd. p. 60 - 63.

el promedio ponderado del último promedio y el valor real de la demanda. Entonces el pronóstico se define de la siguiente manera:

- Nuevo pronóstico = α (Observación real de la demanda) + $(1 - \alpha)$ (Último pronóstico).

Donde $0 < \alpha \leq 1$ es una constante de suavizamiento, la cual determina el factor de ponderación asignado a la observación actual de la demanda, mientras su valor complementario $(1 - \alpha)$ es la ponderación asignada a las observaciones pasadas.

Como se puede observar a continuación, se define que el pronóstico en un periodo t , es el pronóstico en el periodo $t-1$ menos una fracción del error observado en el periodo $t-1$ (siendo F_t el pronóstico para el periodo t , D_{t-1} la demanda observada en el periodo $t-1$, y e_{t-1} el error observado en el periodo $t-1$):

$$\begin{aligned} F_t &= \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1} \\ F_t &= F_{t-1} - \alpha (F_{t-1} - D_{t-1}) \\ F_t &= F_{t-1} - \alpha e_{t-1} \end{aligned}$$

Así se observa que este método ajusta el pronóstico anterior con una fracción de error, y de esta manera obtiene el pronóstico.

- **Suavizamiento Exponencial Doble** empleando el Método de Holt: tiene por objeto seguir series de tiempo con tendencia lineal. Se requiere definir dos constantes, α y β , y usa dos ecuaciones, una para el valor de la serie o nivel base, y otra para la tendencia. Las ecuaciones descritas anteriormente se muestran a continuación (donde A_t es el valor de la ordenada al origen o el nivel base en el periodo t , y T_t es el valor de la pendiente o tendencia en el mismo periodo, y F_{t+1} es el valor pronosticado para el periodo $t+1$):

$$\begin{aligned} A_t &= \alpha D_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \\ T_t &= \beta (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \\ F_{t+1} &= A_t + T_t \end{aligned}$$

- **Análisis de Regresión:** es un método basado en la tendencia, con el cual se nombran dos tipos de variables, la variable dependiente y la variable independiente, las cuales tienen cierta relación, y esta se puede representar por medio de una recta $y = a + bX$. Como en el caso de estudio en este trabajo, al aplicar un análisis de regresión para obtener un pronóstico, la variable independiente es el tiempo, y la variable dependiente es la serie que se desea pronosticar.
- **Factores Estacionales para Series Estacionarias:** es un método ideal para aplicar a series de tiempo con variación estacional y sin tendencia.

Este método calcula la media de la muestra de los datos, divide cada observación entre la media calculada, y de esta forma obtiene los factores estacionales para cada periodo de datos observados. Luego promedia los factores para cada periodo semejante (ejemplo mismo día, semana o mes dependiendo del caso), y los valores encontrados se denominan los N periodos estacionales.

- Existen otros métodos de pronóstico como lo son:
 - Método de Winters para problemas de estacionalidad.
 - Descomposición estacional usando promedios móviles.
 - Método de Box-Jenkins.
 - Promedio móvil ponderado⁸.

Para el presente estudio se tendrán en cuenta los métodos de series de tiempo, porque se requiere pronosticar de acuerdo con el comportamiento de las ventas en el tiempo. Pero debido a restricciones en la obtención de la información de toda la población de E/S, surge la necesidad de escoger sólo algunos métodos de pronóstico de serie de tiempo, los cuales no solamente tomen un determinado número de datos para generar el pronóstico, sino que tomen todos los datos disponibles de la serie en el tiempo. Lo anterior porque al no tener los datos de todas las estaciones no es posible realizar un análisis a los datos históricos de las ventas para saber si su comportamiento en el tiempo sigue un patrón de tendencia, estacionalidad, ciclo, o simplemente de aleatoriedad, pues teniendo esta información se escogería con más certeza el método o los métodos a utilizar para pronosticar la demanda. Por lo anterior, para obtener las proyecciones de ventas en las E/S se van tener en cuenta los siguientes métodos de pronóstico:

- A. Análisis de Regresión o Regresión Lineal.
- B. Suavizamiento Exponencial.
- C. Suavizamiento Exponencial Doble – Método de Holt.

La elección de los métodos antes mencionados, se debe a que los tres tienen en cuenta todos los datos históricos de la serie para generar el valor pronosticado, y de esta forma se puede contar con mayor respaldo para tomar el valor obtenido y continuar el proceso para el que se requiere.

4.2.1. Proceso para obtener las proyecciones de ventas en las E/S.


Para pronosticar la demanda de los productos derivados del petróleo comercializados en las E/S pertenecientes a la población escogida para desarrollar el presente estudio, es necesario seguir un proceso, en el cual se van a tener en cuenta unas variables de entrada, que van a ser procesadas para finalmente obtener el resultado deseado, un pronóstico de la demanda.

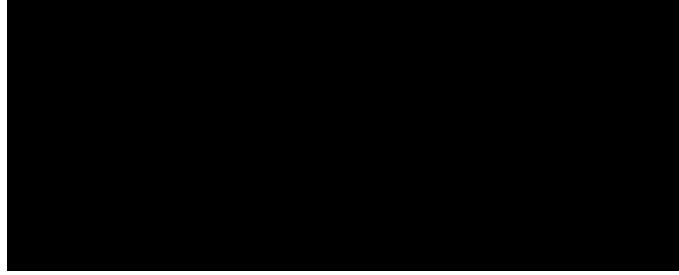
⁸ *Ibíd.* p. 68-91.

Mediante un análisis estadístico de la información histórica de las ventas de una de las E/S de la población abastecida por la flota propia de ExxonMobil de Colombia S.A., se concluyó que para generar los pronósticos de los productos Gasolina Extra, Gasolina Corriente y Diesel, se iba a tomar los valores de cada día de la semana individualmente, es decir, tomar como un registro histórico de ventas los valores de ventas de los días lunes para así pronosticar solamente el valor de ventas del lunes de la siguiente semana.

Este mismo procedimiento se aplicaría a los demás días de la semana (martes, miércoles, jueves, viernes), pero para el caso de los fines de semana se tomaría como un solo día, es decir, sumando los valores de las ventas obtenidas el día sábado y domingo, para generar así un sexto día de la semana llamado Fin de Semana (FDS). La decisión está justificada dado que al comparar la desviación estándar de los valores de las ventas tomando la serie completa, es decir, todas las semanas continuamente, y tomando cada día de la semana individualmente (cada dato de los lunes, martes, miércoles, jueves, viernes y FDS), la desviación estándar en cada producto era mayor tomando las semanas completas o la serie completa. A continuación se muestra dicho resultado:

Tabla 17. Estadística descriptiva de las ventas diarias en la estación de Servicio San Cristóbal





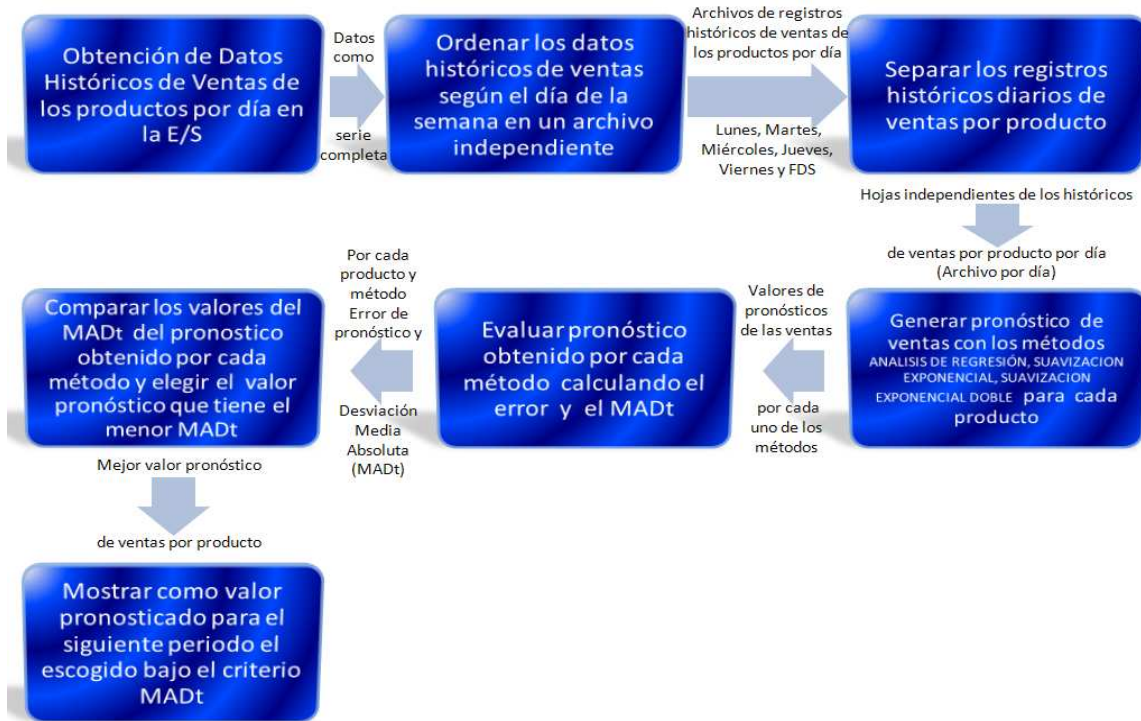
Fuente: Calculos del autor.

Otro argumento para generar los pronósticos por día de la semana, se evidencia en la tabla de correlaciones presente en el apartado 4.1 (ver Tabla 16), es allí donde es clara la forma como los datos históricos de un día no explican el comportamiento de ventas de su día consecutivo.

Por otra parte, para trabajar los datos, se tomaron los datos agrupados de esta forma (ver tabla 17), debido a que en las E/S no es posible obtener el valor de las ventas del día sábado, porque en su patrón de operación no trabajan los domingos las personas que toman esta información, sino que el primer día hábil de la semana siguiente, obtienen el valor registrado de ventas de los productos durante el fin de semana (sábado, domingo y festivo si aplica el caso). Es por esta razón que se tomarán solo seis días para pronosticar la demanda de combustibles en las E/S.

En vista de que la información de las ventas de todos los productos combustibles derivados del petróleo disponibles en las E/S abastecidas por la Flota Propia de ExxonMobil de Colombia S.A. se les dará el mismo tratamiento para obtener el pronóstico de ventas de cada uno, a continuación se detalla el proceso a seguir:

Diagrama 1. Diagrama de bloques del Proceso de Obtención de Pronósticos



Fuente: Diseño de los autor

Para la evaluación de pronósticos se define un error (E_t) e_t del pronóstico en un determinado periodo t , definido como la diferencia entre el valor pronosticado para ese periodo y la demanda real para ese periodo. Del mismo modo, cuando se tienen n errores de pronóstico, e_1, e_2, \dots, e_n , observados durante n periodos, se genera un promedio de estos errores en valor absoluto, valor llamado MAD_t (Desviación Media Absoluta)⁹.

Es de esta forma que se obtiene el pronóstico de ventas de producto o proyección de ventas (cualquiera sea el caso, gasolina extra, gasolina corriente, diesel, o diesel ecológico) para la E/S, y así mediante la aplicación de modelos matemáticos diseñados para obtener este tipo de resultados, se tiene un respaldo para tomar con mayor seguridad el resultado obtenido para procesarlo y tomar decisiones, o utilizarlo para generar otros procesos.

⁹ Ibid. P. 64.

4.2.2. Ejemplo aplicado a la E/S San Cristóbal

La E/S San Cristóbal, ubicada en la carrera 7 con calle 163, costado oriental, en la ciudad de Bogotá, facilitó la información de ventas diarias durante el año 2008. De esta forma, a continuación, se evidencia el proceso antes descrito aplicado a datos reales.

- ✓ Obtención de datos históricos de ventas de los productos por día en la E/S:

Es de esta forma como se tienen los datos de ventas por día por producto en la E/S, en este caso la E/S San Cristóbal.

Tabla 18. Historico de ventas combustible estación San Cristobal.

SAN CRISTOBAL SEGUIMIENTO DIA A DIA DE VENTAS 2008					
FECHA	DIA	Extra	Corriente	Diesel	Total
31-Dic-07	lunes	7	784	1.306	2.097
01-Ene-08	martes	47	1.339	4.366	5.752
02-Ene-08	miércoles	105	1.468	4.845	6.419
03-Ene-08	jueves	43	1.730	4.383	6.155
04-Ene-08	viernes	49	1.716	4.542	6.307
05-Ene-08	sábado	44	1.751	3.471	5.266
06-Ene-08	domingo	63	1.305	3.136	4.504
07-Ene-08	lunes	10	1.192	2.996	4.198
08-Ene-08	martes	28	1.648	5.076	6.752
09-Ene-08	miércoles	67	1.880	5.125	7.072
10-Ene-08	jueves	113	2.048	4.835	6.996
11-Ene-08	viernes	188	4.593	8.821	13.602
12-Ene-08	sábado	75	1.587	3.472	5.134
13-Ene-08	domingo	79	2.008	5.942	8.029
14-Ene-08	lunes	88	2.123	5.035	7.246
15-Ene-08	martes	4	2.194	5.371	7.569
16-Ene-08	miércoles	79	2.116	5.580	7.775
17-Ene-08	jueves	83	2.092	5.047	7.222
18-Ene-08	viernes	132	2.869	4.316	7.318
19-Ene-08	sábado	99	2.025	4.073	6.198
20-Ene-08	domingo	103	2.277	5.748	8.128
21-Ene-08	lunes	107	2.530	5.472	8.110
22-Ene-08	martes	89	2.058	5.372	7.519
23-Ene-08	miércoles	147	2.567	5.773	8.487
24-Ene-08	jueves	65	2.808	5.179	8.052
25-Ene-08	viernes	166	3.075	4.029	7.269
26-Ene-08	sábado	143	2.372	3.857	6.372
27-Ene-08	domingo	42	2.485	6.195	8.723
28-Ene-08	lunes	102	2.492	5.875	8.469
29-Ene-08	martes	80	2.580	6.172	8.832
30-Ene-08	miércoles	61	1.920	5.527	7.507
31-Ene-08	jueves	21	1.287	4.961	6.269

Fuente: Cálculos del autor

Información organizada día a día dependiendo de la cantidad que se tenga. Para la presente aplicación se obtuvo la información de todo el año 2008.

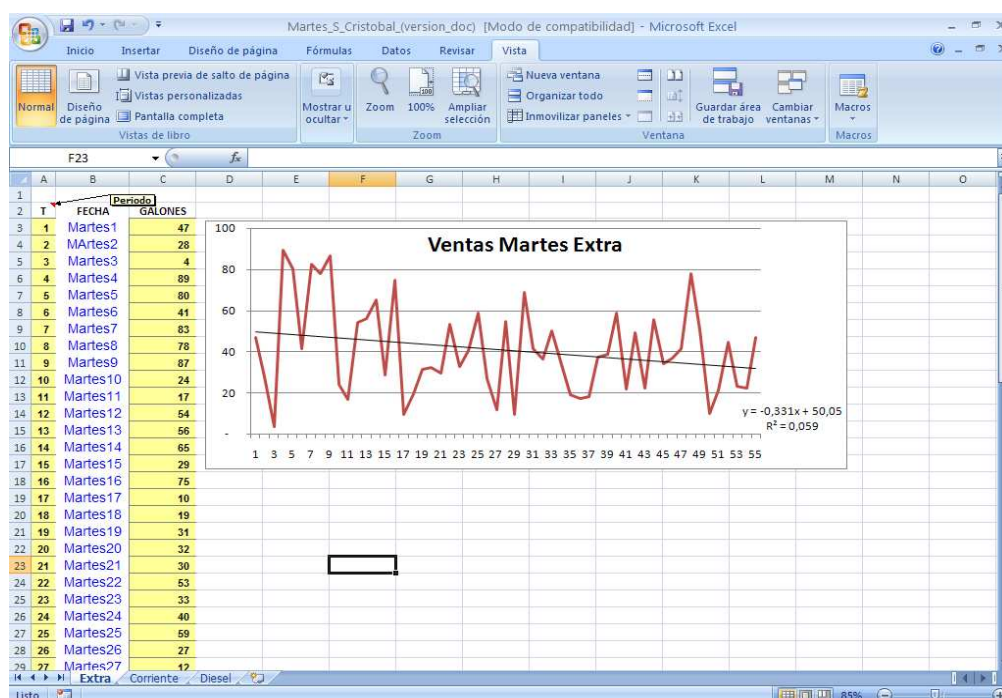
- ✓ Ordenar los datos históricos de ventas según el día de la semana en un archivo independiente:

Se genera un archivo independiente para cada día de la semana, decisión justificada en el numeral 4.2.1. De esta forma, cada día de la semana tiene su registro histórico por producto.

- ✓ Separar los registros históricos diarios de ventas por producto:

Ahora, teniendo un archivo con los registros históricos para cada día, en cada uno de estos, se genera una hoja de Excel independiente para cada producto (Extra, Corriente, Diesel) y sus respectivos registros históricos de ventas. Así como se muestra a continuación, habrá un archivo que contenga lo siguiente:

Gráfico 15. Histórico de Ventas Combustible del día Martes.

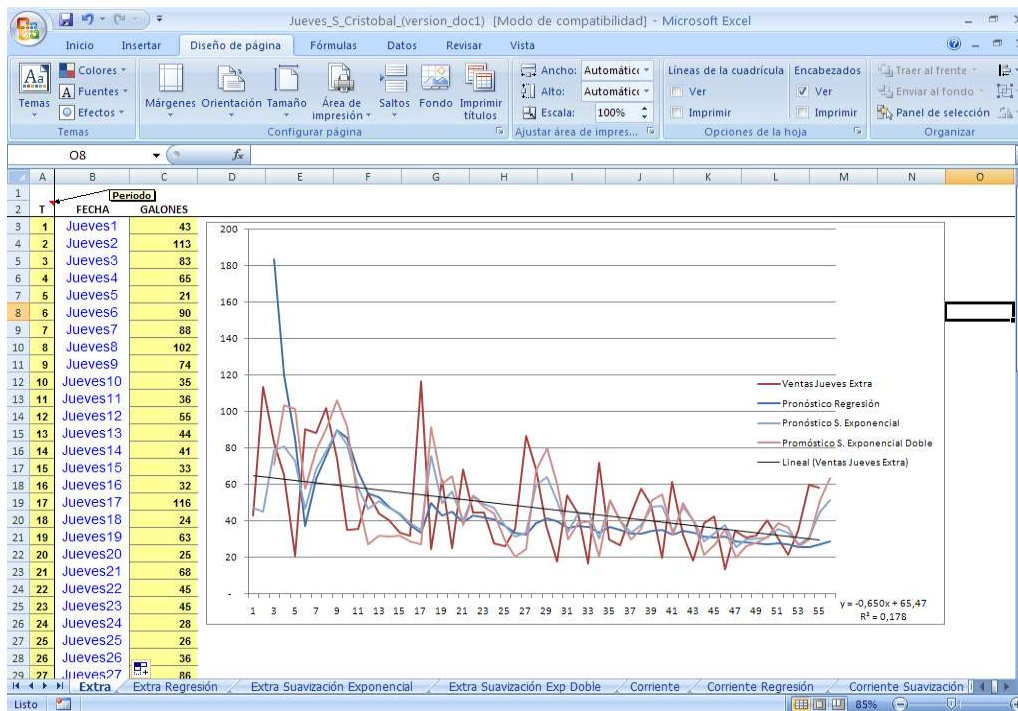


Fuente: Cálculos del autor.

- ✓ Generar pronóstico de ventas con los métodos ANALISIS DE REGRESIÓN, SUAVIZACION EXPONENCIAL, SUAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE para cada producto:

Luego de tener un archivo que contenga la información histórica del día de la semana, con los datos de ventas en galones por producto en hojas independientes, se procede a generar los pronósticos de ventas de cada producto con cada uno de los métodos mencionados (Análisis De Regresión, Suavización Exponencial, Suavización Exponencial Doble).

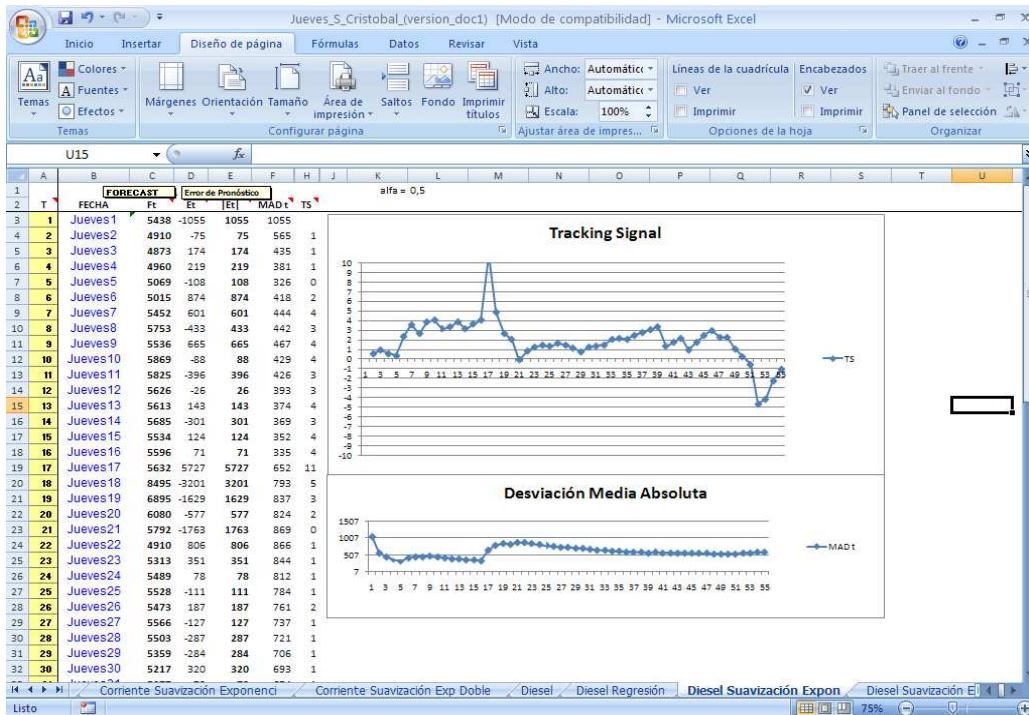
Gráfico 16. Análisis Estadístico Pronósticos de Ventas.



Fuente: Cálculos del autor.

De esta manera, en el archivo de cada día de la semana, como lo muestra la imagen anterior, habrá cuatro hojas de Excel por producto, la primera será donde se registran los datos históricos de ventas del mismo, la segunda será la hoja en la que se generan los pronósticos de ventas mediante el método de Regresión, la tercera será la hoja en la que se generan los pronósticos mediante el método Suavización Exponencial, y la cuarta hoja por producto contendrá los resultados de los pronósticos obtenidos mediante el método suavización Exponencial Doble. Un ejemplo de lo anterior es el siguiente:

Grafico 17. Series históricas y pronóstico de ventas de combustible.



Fuente: Cálculo del autor

En la imagen anterior se evidencia la existencia del número de hojas mencionadas anteriormente por producto en el archivo de uno de los días de la semana, y de esta misma forma estará construido cada archivo de cada día de la semana (Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes y FDS).

- ✓ Evaluar pronóstico obtenido por cada método calculando el error y el MAD_t :

Como se puede observar en la grafica anterior, cada una de las hojas de Excel en las que se calcula el pronóstico con el método correspondiente, tendrá calculado el error de pronóstico e_t periodo a periodo, y de igual forma estará calculada la Desviación Media Absoluta MAD_t correspondiente a cada periodo. El e_t se calcula mediante la diferencia entre el valor real de las ventas en un determinado periodo, y su correspondiente valor pronosticado. Y el MAD_t se define como el promedio de los valores absolutos de los errores ($|e_t|$) ya calculados.

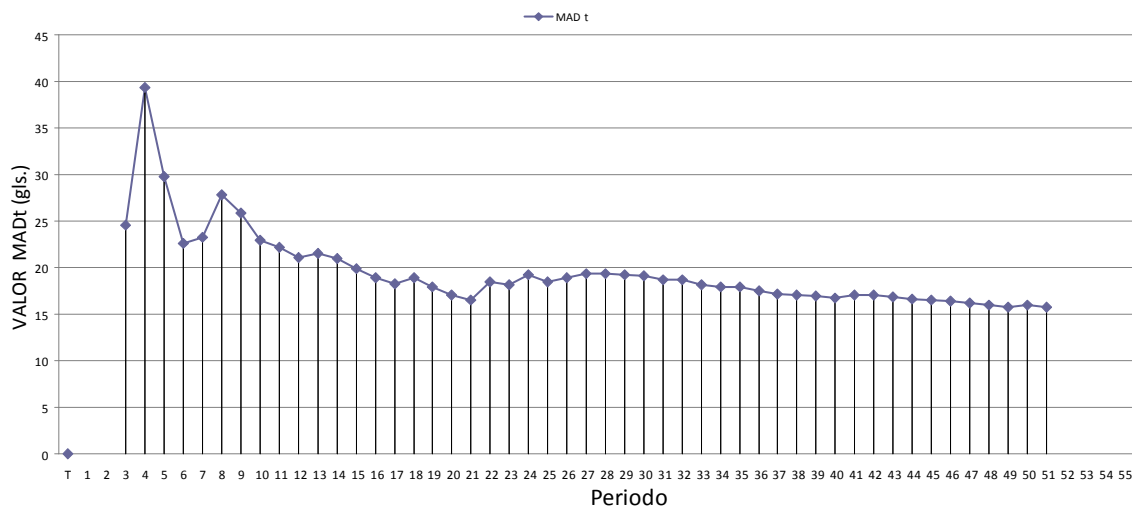
- ✓ Comparar los valores del MAD_t del pronóstico obtenido por cada método y elegir el valor pronóstico que tiene el menor MAD_t :

Teniendo ya calculado en valor del MAD_t por cada uno de los métodos, se toma este parámetro como criterio de selección del mejor pronóstico, o el que tiene

menor error, es decir, el MAD_t se convierte en el criterio para decidir qué pronóstico se elige como el valor de ventas proyectadas para el siguiente periodo o día. Entonces el método de pronóstico que haya arrojado el menor MAD_t en el periodo que se esté evaluando, será el resultado más cercano al comportamiento de las ventas del producto que se esté evaluando, y por lo tanto será el valor escogido para ser procesado o utilizado para otros procesos que requieran de esta variable de entrada.

Utilizando los métodos de pronóstico escogidos basados en las series de tiempo, se calcula el MAD_t , y es claro que la evolución de este indicador mejora su comportamiento conforme se tienen más datos como base para calcular el pronóstico. Esta afirmación está justificada en el proceso ejecutado con los datos históricos de ventas de la E/S San Cristóbal como lo muestra la siguiente gráfica:

Grafico 18. Comportamiento de para el pronóstico del día lunes de la E/S San Cristóbal.



Fuente: Cálculo del autor

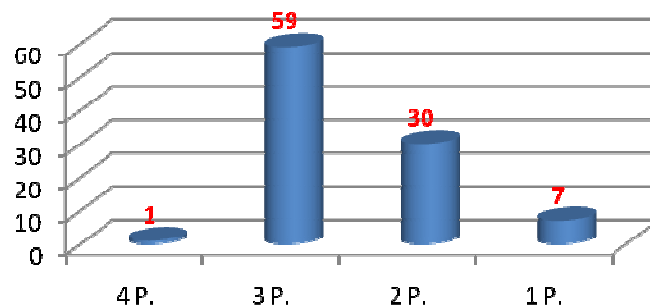
Se observa en la gráfica anterior que el valor obtenido del MAD_t a través del tiempo disminuye y tiende a estabilizarse mientras más periodos de tiempo se toman para generar el pronóstico.

Finalmente, es mediante esta metodología que se obtiene el valor pronosticado para las ventas del siguiente día, según sea el caso. Y es así como por ejemplo, un jueves, es posible conocer un pronóstico de la cantidad de galones que se van a vender el miércoles siguiente y utilizar estos resultados para controlar otros procesos en la cadena de abastecimiento de la E/S. Más adelante en el presente documento se puede ver cómo es posible procesar la información obtenida mediante el proceso descrito en este capítulo.

5. ESTRUCTURA Y CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES EN LAS E/S

La estructura de almacenamiento para las E/S no es homogénea, hay unas E/S que venden más productos que otras, hay unas que tienen mayor capacidad de almacenamiento y unas que tienen más tanques que otras. Ver Anexo. No.1

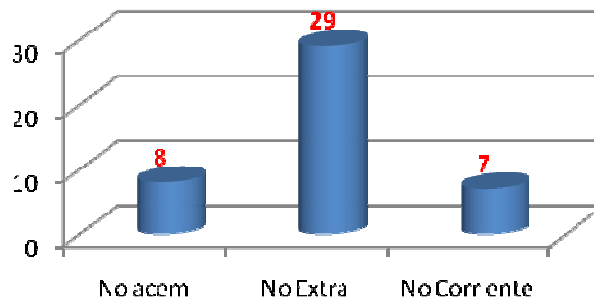
Grafico 19. Cantidad de productos que venden las Estaciones de Servicio. (Número de E/V Vs Cantidad de Productos).



Fuente: Anexo A Capacidad de Almacenamiento Estaciones De Servicio Abastecidas Por La Flota Exxonmobil De Colombia S.A

El 60.8% de las E/S abastecidas por la flota propia venden los 3 productos (diesel, gasolina corriente y gasolina extra), hay 7 E/S que únicamente venden combustible diesel.

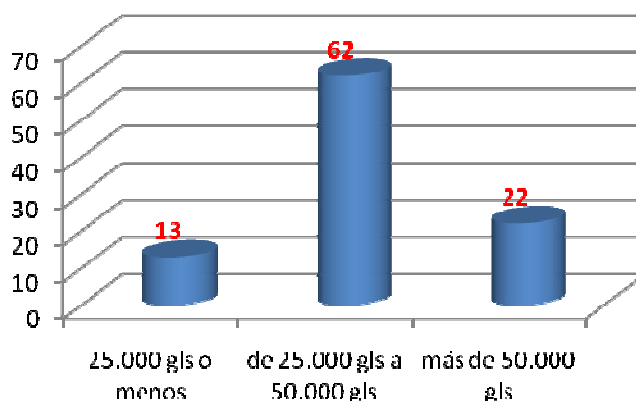
Grafico 20: Cantidad de Estaciones de Servicio que no venden algún producto. (Estaciones de Servicio Vs No venta de producto)



Fuente: Anexo A Capacidad de Almacenamiento Estaciones De Servicio Abastecidas Por La Flota Exxonmobil De Colombia S.A

El 29.8 % de la E/S abastecidas por la flota propia no vende gasolina extra, es un producto que se vende en menor cantidad que los otros, las E/S han decidido vender diesel y únicamente el 8.24% de las E/S no ofrecen este producto.

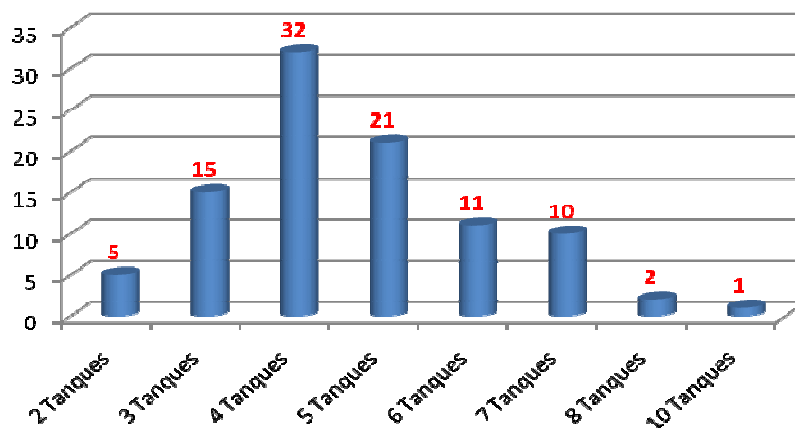
Grafico 20. Capacidad de almacenamiento de producto de las Estaciones de Servicio. (Número de Estaciones Vs Capacidad de almacenamiento)



Fuente: Anexo A Capacidad de Almacenamiento Estaciones De Servicio Abastecidas Por La Flota Exxonmobil De Colombia S.A

La capacidad de almacenamiento que tienen las E/S es diferente para cada una, el 63.9% de las E/S tienen una capacidad entre 25.000 gls y 50.000 gls, cuentan con tanques de diferente tamaño, algunos de 8.000 gls, de 10.000 gls, de 12.000 gls, y los más pequeños de 4.000 gls.

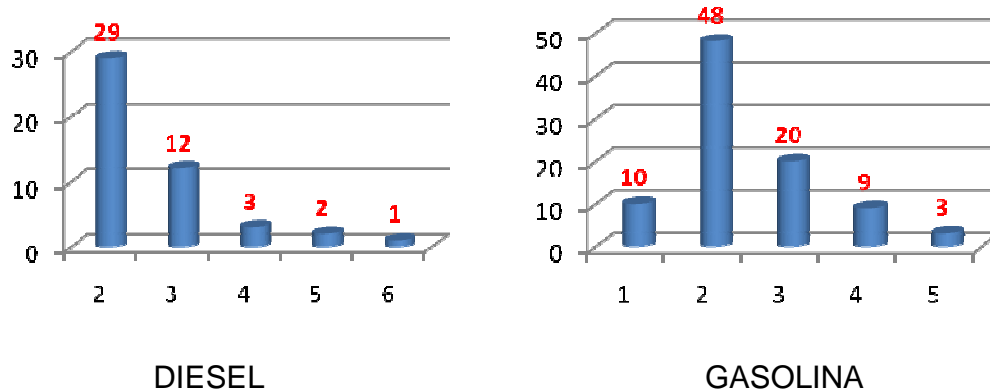
Grafico 21. Cantidad de tanques disponibles en las Estaciones de Servicio. (Estaciones de Servicio Vs. Número de Tanques)



Fuente: Anexo A Capacidad de Almacenamiento Estaciones De Servicio Abastecidas Por La Flota Exxonmobil De Colombia S.A

Igualmente la cantidad de tanques que tienen las E/S varía en gran medida, como se puede observar en la gráfica No. 23, el 70.1% de las E/S tienen de 3 a 5 tanques.

Grafica No. 22.- 23 Cantidad de tanques disponibles de diesel y gasolina corriente en las Estaciones de Servicio.(Cantidad de tanques disponibles Vs Número de estaciones de servicio)



Fuente:Anexo A Capacidad de Almacenamiento Estaciones De Servicio Abastecidas por la Flota Exxonmobil de Colombia S.A

En las gráficas No. 22 y 23, se observa que el número de tanques por producto en cada E/S también varía entre las E/S.

Con base en la información anterior se puede concluir que no hay una estructura clara de abastecimiento en general para las E/S, sino que cada una, de acuerdo a las necesidades de su negocio en particular, ha decidido construir su propia estructura. Por esta razón la capacidad y el número de tanques por producto deben ser una variable de entrada al modelo de abastecimiento de este proyecto, que se debe analizar para verificar numéricamente qué el número de tanques y la capacidad de almacenamiento que tiene la E/S es la que requiere, para evitar pérdida de ventas por faltantes o devoluciones por falta de cupo.

6. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE LAS E/S

La cadena de abastecimiento de las E/S abastecidas por la Flota Propia de ExxonMobil de Colombia S.A. tiene el mayor grado de complejidad en el proceso de abastecimiento, que es el primer eslabón de esta cadena. Las E/S son el distribuidor minorista más importante de la cadena de distribución de combustibles líquidos, y como lo indica su nombre, ofrecen a todos sus clientes un servicio, en que no hay transformación de la materia prima sino atención a los usuarios de vehículos, que como fuente de energía para los motores de sus vehículos necesitan de un combustible líquido derivado del petróleo para funcionar.

Los combustibles líquidos derivados del petróleo, como la gasolina extra, la gasolina corriente, el aceite combustible para motores (diesel, ACPM), y el aceite combustible ecológico para motores (diesel ecológico, ACEM), antes de llegar a las E/S, han tenido un proceso de transformación complejo en las refinerías y en las plantas de abasto de los distribuidores mayoristas donde son mezclados con aditivos y alcoholes.

A continuación se describirá y analizará cada uno de los procesos que conforman la cadena de abastecimiento de las E/S abastecidas por la Flota propia de ExxonMobil de Colombia S.A.

6.1. APROVISIONAMIENTO

Para el analizar el proceso de aprovisionamiento de las E/S, es necesario describir las condiciones y la forma de operar del proveedor, junto con algunas características de los productos.

Haciendo referencia al título de este trabajo, es claro que el proveedor de los combustibles líquidos derivados del petróleo para las E/S es la Flota propia de Exxonmobil de Colombia S.A. en Bogotá. Esta Flota está compuesta por 6 cabezotes, cada uno con tres ejes y 5 cisternas (tanques). Cada cisterna tiene 3 ejes, uno de ellos elevadizo y está dividida en 5 compartimientos de la siguiente manera:

Tabla 19. Compartimientos y capacidad cisternas de la Flota de ExxonMobil de Colombia S.A.

Número del compartimiento	Capacidad
1	3500 gls
2	3000 gls
3	1000 gls
4	2000 gls
5	3000 gls

Fuente: Información suministrada por Coordinador de Flota ExxonMobil, Juan Sebastián Correa.

Los compartimientos no tienen medidores, por lo que únicamente se pueden descargar compartimientos completos en las cantidades especificadas. Los productos no se contaminan o no pierden sus propiedades con los residuos de otro producto, que puede quedar en la tubería de los compartimientos.

Los equipos trabajan aproximadamente 20 horas diarias de lunes a sábado y los domingos 10 horas, la flota opera todos los días del año. El primer turno del día es de 6 am. a 4 pm., haciendo posible realizar hasta 3 viajes en promedio con cada uno de los equipos, y en la noche el turno es de 8 pm. a 6 am., del siguiente día, y se pueden hacer hasta 4 viajes y 5 entregas en promedio por equipo. Con la flota propia se abastecen 98 E/S.

Existen 6 restricciones vehiculares para este tipo de camiones que limitan los horarios de abastecimiento y el desplazamiento por las vías de la ciudad:

1. Pico y Placa ambiental: Aplica para tráfico pesado, sólo aplica dentro de la ciudad de Bogotá, de lunes a viernes de 9 am. a 10 am.
2. Tráfico pesado: Aplica para todos los vehículos que pesen más de 14 toneladas, existen algunos corredores y cinturones en la ciudad por donde no aplica esta restricción, sólo aplica dentro de Bogotá. De lunes a viernes de 6:30 am. a 9 am. y de 6 pm. 8 pm.
3. Restricción para transitar por algunas vías de la ciudad en el día, debido a la densidad de tráfico y al alto volumen de personas.
4. Restricción para transitar por las carreteras del territorio nacional los domingos en el día, y si el fin de semana coincide con festivo, la restricción se amplía a el primer y último día del fin de semana.
5. Restricciones de seguridad de Exxonmobil de Colombia S.A.: Existen E/S ubicadas en barrios hostiles de la ciudad, en donde únicamente se

hace el abastecimiento de día. Las E/S ubicadas fuera del perímetro urbano no se abastecen de noche por seguridad.

6. Restricciones de horario por congestión: Existen E/S de empresas de buses que solicitan que el producto se les lleve únicamente en el día porque en la noche es cuando tanquean la mayoría de sus vehículos y obstruyen el lugar de descargue

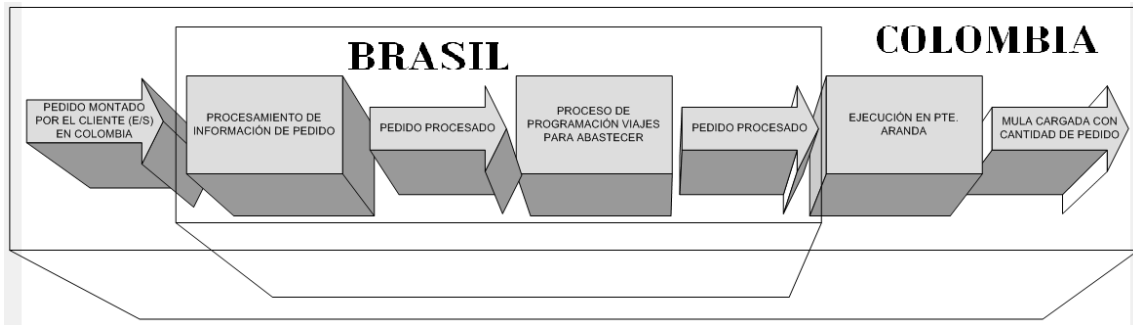
Con base en los tiempos de operación y la capacidad de las cisternas de la flota, se puede concluir que la flota tiene una capacidad mensual para transportar 12 millones de galones, 2.4 millones por camión y que existen restricciones legales y políticas de seguridad del proveedor que las E/S no pueden evitar, pero que si pueden tener en cuenta para mitigar las perdidas por faltantes.

El proceso de reabastecimiento empieza con la revisión del nivel de inventarios que tiene la E/S, de acuerdo con este resultado y con la experiencia calculan las cantidades del pedido. Las E/S no utilizan sus datos históricos de ventas para pronosticar la demanda, por lo que en muchas ocasiones se quedan sin producto o se ven obligados a devolver producto, porque no tienen capacidad disponible en los tanques.

Exxonmobil tiene una interface en internet para que los clientes se comuniquen con el centro de servicio, cada cliente tiene un usuario y una contraseña para acceder al portal. El administrador de la E/S debe entrar en este sistema y montar su pedido, en donde debe especificar el producto y su respectiva cantidad, la fecha y la hora en que desea que le llegue el producto. Después de ingresar el pedido, el sistema le asigna un número con el cual puede consultar el estado del pedido por internet.

El centro de servicio de Exxonmobil para Latinoamérica está centralizado en Curitiba - Brasil, allí reciben y consolidan todos los pedidos y solicitudes de los clientes; para cada zona de cada país hay un persona encargada de realizar la programación de los viajes (planta de abasto – E/S – Planta de abasto) de cada uno de los equipos, con base en dichas solicitudes, en las restricciones propias de la zona y en la disponibilidad de los recursos de la flota. Igualmente en cada una de dichas zonas hay una persona que coordina y controla que se cumpla con la programación de los viajes tal y como la hicieron en Curitiba. Éste coordinador también es encargado de enviarle periódicamente al programador los recursos de la flota que están disponibles, es decir los conductores que están en turno y los carro tanques que pueden operar, y de informarle inmediatamente ocurre cualquier tipo de contratiempo que pueda afectar el desarrollo de la programación.

Grafico 21. Proceso de flujo de información de los pedidos.



Fuente: ExxonMobil de Colombia.

El centro de servicio al cliente tiene un plazo máximo de 24 horas para responderle al cliente la fecha y la hora en que va a ser entregado el producto y un plazo máximo de 36 horas para entregarle el pedido al cliente, contadas a partir del momento en que el empleado ingresa su solicitud. La respuesta de la hora de entrega se envía al cliente con un margen de 4 horas antes o después de la hora fijada. Es importante tener en cuenta que, los clientes tienen todos los días hasta las 12 del medio día, para ingresar en el sistema su pedido, con el objetivo de que el centro de servicio garantice que la entrega se hará en el siguiente turno del día (6 am. a 4 pm.) o en el turno de la noche (de 8 pm. a 6 am.) del siguiente día. Los pedidos ingresados con mayor anticipación a lo enunciado anteriormente, tendrán mayor prioridad y mayor probabilidad de ser entregados en la hora de la solicitud.

La programación se ajusta teniendo en cuenta la duración y el número de viajes, con el fin de balancear la carga laboral para los Distribuidores Vendedores o personas encargadas de cargar el carro tanque de acuerdo al pedido, transportarlo a la E/S y descargarlo.

En el sistema, los clientes también pueden ingresar solicitudes para modificar el horario de la entrega, ya sea porque tienen bajos inventarios y necesitan un adelanto o porque sus inventarios están muy altos y no tienen cupo para recibir todo el producto. El programador puede adelantar la entrega de pedidos urgentes, siempre y cuando haya cupo en alguno de los equipos y no se afecte el horario de entrega de otros clientes.

El programador diariamente envía el resultado de la programación del siguiente turno de la noche, y del siguiente turno del día al coordinador de la zona, quien es el encargado de publicarla en las carteleras de la planta de abasto para que los Distribuidores Vendedores conozcan la secuencia de viajes y de pedidos que deben cargar durante su turno. En la Tabla 20, se muestra la programación tal y como se publica en las carteleras, en la primera columna se especifica la placa de la cisterna, el nombre y la cédula del conductor, luego vienen los códigos del pedido y del cliente y por último se define el nombre del cliente y se detallan las cantidades del pedido por producto.

Tabla 20. Tabla de control y programación de pedidos y distribución de combustible.

Camión	Vj	Shipment	Delivery	Order	Ship	Ciente	Producto (UGL)
Fecha de Entrega: 04/01/2008 - Viernes							
R-30397 / LAMPREA LUIS / CO19302348	1P	102223652	8006243191	1006842625	120575	264 - EST PROCARBON EL PARAISO	6.500 Diesel Corriente
							5.000 Gasolina Ox. Corriente
	2P	102223658	8006243197	1006838882	201055	E/S EL UVAL HFEE	8.500 Diesel Ecológico
							3.000 Gasolina Ox. Corriente
	3P	102223663	8006243202	1006790670	150144	TRANSMASIVO S.A.- AV SUBA	11.500 Diesel Ecológico
R-30398 / NAVARRETE LIZCARDO / CO16160065	2	102223648	8006243187	1006840604	195414	ASR - 012 - SIBERIA- SUCESOR DE 123227	3.000 Diesel Ecológico
							2.000 Gasolina Ox. Extra
							3.000 Gasolina Ox. Corriente
	1	102223656	8006243195	1006843072	204368	MOSQUERA-SUCESOR DE 147772	4.500 Gasolina Ox. Corriente
							6.500 Diesel Ecológico
							1.000 Gasolina Ox. Extra
					BETCO	5.000 Gasolina Ox. Corriente	
						11.500 Diesel Ecológico	

Fuente: Programación entregas flota propia Exxonmobil Bogotá.

En la planta de abasto, los Distribuidores Vendedores cargan el carro tanque de acuerdo a las especificaciones del pedido, y llevan el producto a la E/S correspondiente.

El proceso de descargue en la E/S dura aproximadamente 40 minutos, Exxonmobil en sus estándares y procedimientos se asegura que se cumpla con todas las medidas de seguridad pertinentes para mitigar los riesgos que produce el manejo de este tipo de productos. El descargue es realizado en su totalidad por el Distribuidor Vendedor, pero un agente de servicio de la E/S debe estar presente durante todo el procedimiento.

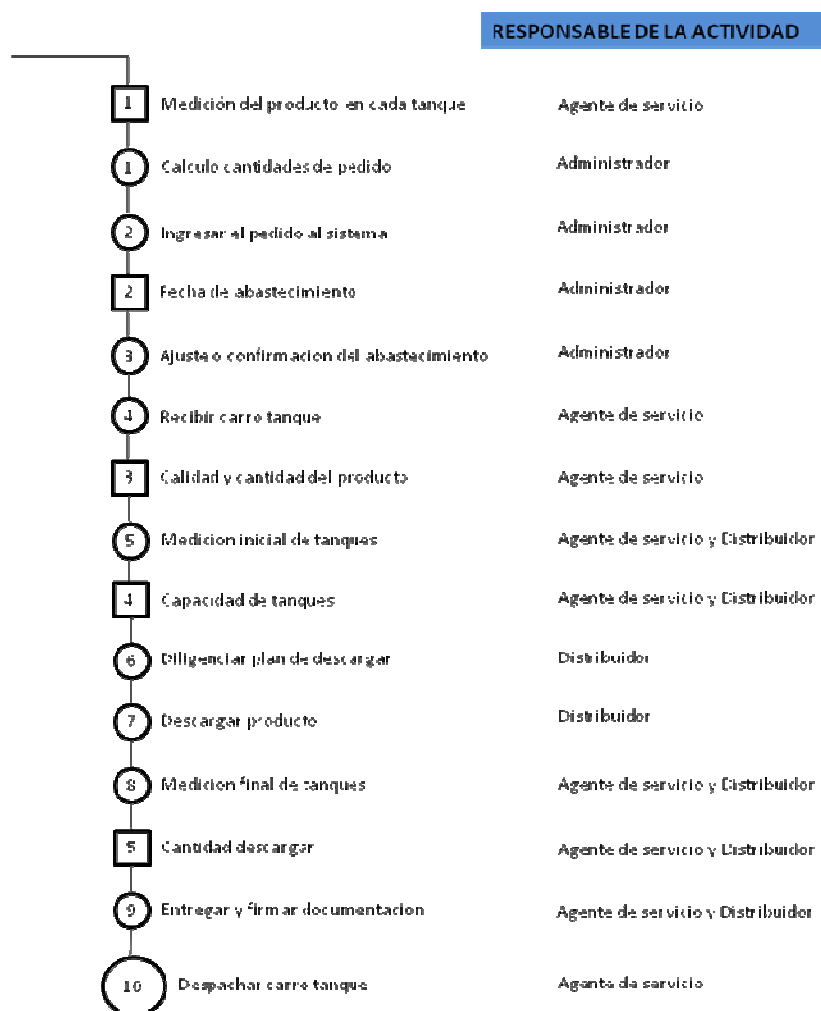
El Distribuidor Vendedor estaciona el carro tanque en el lugar indicado cerca de los boquereles de los tanques, se asegura de aislar y proteger el área con conos para que no ingresen al área vehículos o personas. El agente de servicio revisa que el compartimiento del carro tanque este lleno y hace la prueba de agua y de alcohol a las gasolinas para verificar la calidad del producto; al diesel no se le hacen pruebas, mientras tanto el Distribuidor Vendedor mide uno a uno, los tanques o revisa la información arrojada por el medidor electrónico para garantizar que el producto que se va a descargar efectivamente tiene cupo en el tanque. Confirmada la capacidad y el cupo del tanque el Distribuidor Vendedor procede a conectar las mangueras desde el compartimiento de la cisterna que va a descargar hasta el tanque que va a abastecer, se abren las llaves y por gravedad baja el producto al tanque de almacenamiento. Finalmente se mide nuevamente cada uno de los tanques y se revisa que la cantidad descargada corresponda con la cantidad que se pidió.

Los Distribuidores Vendedores manejan un formato llamado Plan de Descargue, este formato es la herramienta más importante con la que ellos cuentan para controlar el proceso de abastecimiento. En el Plan de Descargue hay un dibujo

con el carro tanque para que anoten como están cargados los compartimientos, y hay unos cuadros en forma de tanques para que anoten la capacidad del tanque que van a abastecer, el volumen inicial, el volumen final, y el volumen descargado de dicho tanque para evitar derrames o contaminación de productos.

El plan de descargue debe ser firmado por el agente de servicio para constatar que el producto fue entregado. Por último, el Distribuidor Vendedor le entrega al agente de servicio una copia de la factura del pedido, una copia de la guía de transporte y una copia del Plan de Descargue, recoge todas las herramientas utilizadas en el descargue y regrese a la planta de abasto a cargar el siguiente pedido.

Diagrama 2. Sistema Operacional del proceso de abastecimiento en las E/S



Fuente: Diseño del autor. Procedimientos Flota ExxonMobil Colombia S.A, Btá

El proceso de abastecimiento de las E/S es complejo, por las características físicas y químicas de los productos y por el costo de los mismos. El canal de

comunicación que tienen los clientes con la compañía es impersonalizado, descuidando el servicio que se les debe ofrecer, ellos deben comunicarse directamente con Curitiba y por Internet la comunicación es lenta, y por teléfono muchas veces no logran comunicarse, además en Curitiba no tienen la información real del estado de los pedidos porque la operación se controla desde Bogotá, en donde si se hace el respectivo monitoreo a los Distribuidores Vendedores para conocer el estado de la operación.

Como se argumentará en el siguiente capítulo, la operación puede ser afectada y retrasada por una serie de factores, por lo que los clientes debe tener controlar sus inventarios, de tal forma que puedan ordenar sus pedidos con la debida anticipación para que el proveedor le garantice el abastecimiento y el suficiente stock de seguridad por si ocurre algún imprevisto, y no tener perdida por faltantes y clientes inconformes con el servicio.

6.2. PRODUCCIÓN

Por las características de la cadena de abastecimiento de las E/S, cuyo objeto es revender una serie de productos, no existe un proceso de transformación de la materia prima, pero si debe haber un procedimiento para mantener las características y la calidad del producto.

Los tanques de las E/S son instalados bajo tierra, y en su interior tienen unas bombas que succionan el producto transportándolo a los surtidores y por último a las mangueras que entregan el producto a los tanques de los vehículos. Los tanques por su antigüedad pueden llegar a tener filtraciones de agua que ponen en riesgo la calidad del producto, y deben ser controladas y extraídas de los tanques periódicamente. El agua tiene mayor densidad que estos combustibles por lo que se acumula en el fondo de los tanques y produce una separación de fases en la mezcla, lo que luego facilita la separación de los productos. Es posible medir el nivel de agua de los tanques con la ayuda de una crema especial que reacciona con el agua cambiando de color; en los primeros centímetros de la vara de medición de los tanques se aplica la crema y se introduce la vara hasta el fondo del tanque, la crema cambia de color hasta donde tuvo contacto con el agua. Con motobombas se succiona el producto del fondo de los tanques, se deposita en tambores y por último manualmente se separan las fases de la mezcla.

Los combustibles líquidos derivados del petróleo al ser transportados por oleoductos se mezclan con pequeñas partículas solidas llamadas borra que por ser más pesadas que la gasolina o el diesel se acumulan en el fondo de los tanques de almacenamiento y pueden tapan la bomba de succión del tanque, la tubería y las mangueras por donde pasa el producto antes de llegar los tanques de los vehículos, destino final. Para evitar que se tape la bomba, la tubería o las mangueras con la borra, las E/S tienen unos filtros que impiden el paso de estas partículas a los tanques de los vehículos, adicionalmente estas partículas son

extraídas con motobombas y llevadas a tambores donde se dejan decantar nuevamente para separarlas definitivamente del producto.

Periódicamente se debe hacer mantenimiento preventivo a las bombas, cambiar los filtros y calibrar todos los surtidores de la E/S para garantizar que la cantidad solicitada por el cliente sea lo que realmente se despacha, con el fin de evitar que se venda más o menos de lo que el cliente solicita. En este proceso existe un margen de tolerancia revisado en todas las E/S por el departamento de Calidad y Cantidad de ExxonMobil de Colombia.

6.3. DISTRIBUCIÓN

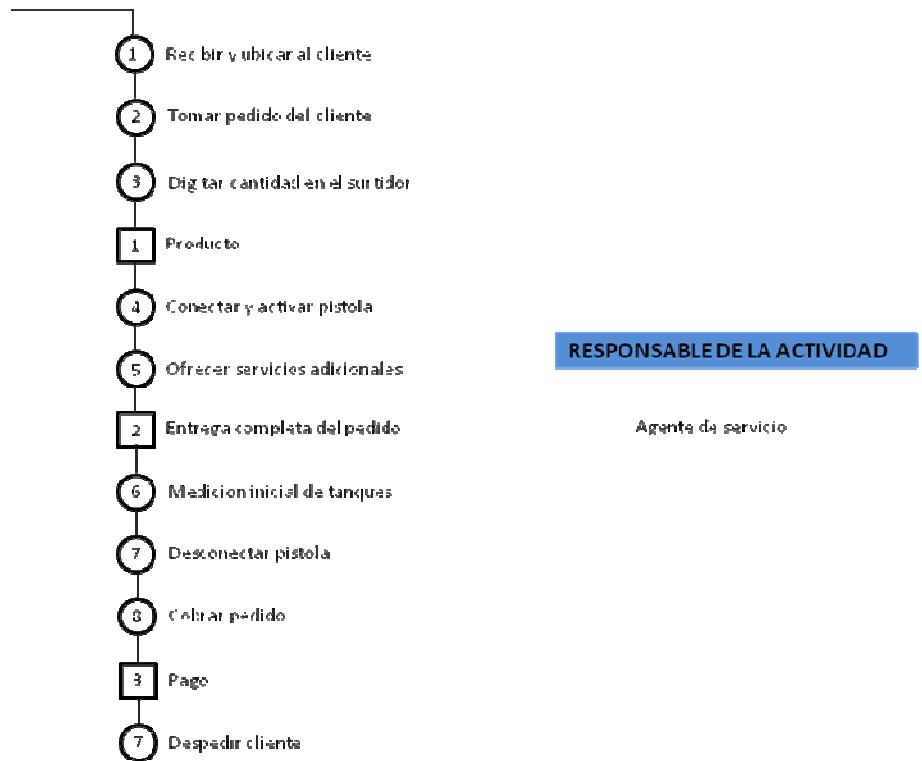
Después de almacenar y mantener la calidad de los productos, continúa el proceso de distribución enmarcado en el servicio al cliente.

Los clientes llegan a la E/S y son orientados y atendidos por un Agente de Servicio quién les puede indicar en que isla se deben parquear, verbalmente hacen su solicitud informando la cantidad en dinero y el producto que desean comprar, el agente digita en el surtidor la cantidad en dinero, activa la pistola correspondiente al producto solicitado, la conecta al ducto que conduce el combustible al tanque del vehículo y le da inicio al flujo. Mientras se hace la entrega y hay flujo de producto, el Agente de servicio ofrece otros servicios al cliente, tales como medir los niveles de aceite y de agua, la limpieza externa de los vidrios del vehículo. Posteriormente cuando se finaliza el flujo de producto y se hace la entrega total del pedido, el Agente de servicio desconecta la manguera, la acomoda en el surtidor y hace el cobro del pedido al cliente y finalmente el cliente sale de la E/S.

En este proceso de distribución, la participación de los Agentes de servicio es muy importante porque ellos son los que le dan la cara al cliente y con su servicio pueden fidelizar clientes, así mismo, los clientes deben ser atendidos rápido.

La E/S de servicio por ser el punto de entrega, debe ser un lugar aseado e iluminado para que ofrezca seguridad, y con un nivel de inventarios apropiado para que no tenga pérdidas por faltantes.

Diagrama No.3. Diagrama de operaciones del proceso de Distribución de las E/S.



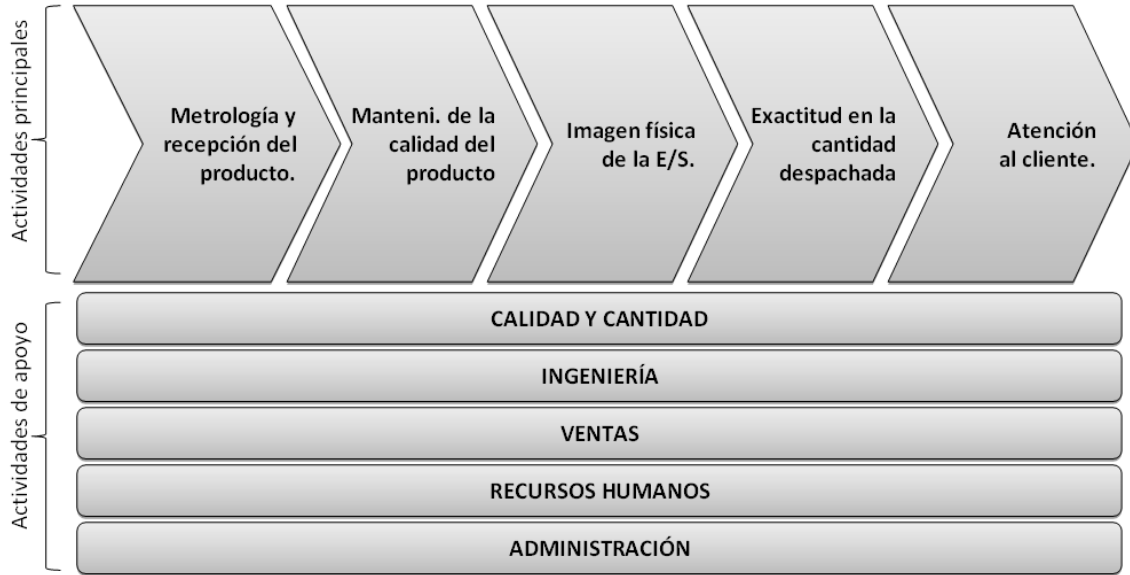
Fuente: Diseño del autor. Procedimientos Flota ExxonMobil Colombia S.A., Bogotá

6.4. CADENA DE VALOR

En este caso en particular la cadena de valor es una herramienta que ayuda a analizar las actividades específicas con las que un E/S puede crear valor y obtener una ventaja competitiva.

En el Diagrama no.4, se encuentra el esquema de la cadena de valor de una E/S, y en seguida la explicación de la importancia de cada una de las actividades principales y de apoyo.

Diagrama No. 4. Cadena de Valor de las Estaciones de Servicio.



Fuente: Diseño del autor. Cantidad, y servicio en la recepción del producto.

6.4.1. Metrología y recepción de producto.

Para la E/S y para la cadena de abastecimiento, es muy importante tener las cantidades adecuadas de producto en sus inventarios, para no tener costos por devoluciones de producto o pérdida de ventas por faltantes. Los agentes de servicio que reciben el producto en la E/S sacan una muestra del producto para hacer las pruebas de calidad antes del descargue, deben verificar la cantidad inicial y final de combustible que tiene los tanques para controlar que la cantidad descargada de producto coincida con el pedido solicitado y no esté por fuera de los márgenes de tolerancia, y por último deben asegurarse de recibir la factura del pedido, la guía de transporte del producto y el plan de descargue, documentos que soportan todo el proceso de abastecimiento.

6.4.2. Mantenimiento de la calidad del producto.

Es indispensable que las E/S con la ayuda del departamento de Calidad y Cantidad de ExxonMobil, realicen el mantenimiento de los tanques, la verificación del nivel de agua del producto, el cambio adecuado de filtros y la calibración de los surtidores para asegurar la venta de productos en óptimas condiciones de calidad y que la cantidad despachada a los clientes finales coincida con la cantidad solicitada. Los pedidos que se entregan en cantidades inferiores a las solicitadas, deterioran la imagen de la E/S y de la Compañía, igualmente los productos fuera de especificación puede originar daños irreparables en los motores de los vehículos de los clientes.

6.4.3. Imagen física de la E/S.

Las E/S deben mantener sus instalaciones en excelentes condiciones físicas para generar confianza y seguridad en sus clientes. La iluminación, la descongestión, los espacios amplios y la limpieza de las E/S aumentan positivamente la imagen que los clientes perciben de las E/S y del distribuidor mayorista.

6.4.4. Exactitud en la cantidad despachada.

La E/S debe velar por la exactitud en el despacho del pedido solicitado por el cliente. En la actualidad, el precio de los productos está por encima del promedio de precios internacional, lo que genera que los clientes concentren su atención en el rendimiento del combustible de sus vehículos y pueden llegar a detectar si la cantidad comprada en una E/S tiene mayor rendimiento que la misma cantidad comprada en otra E/S.

6.4.5. Atención al cliente.

Como se ha mencionado varias veces en este trabajo, las E/S como su nombre lo indica lo que ofrecen es un servicio, basado en la atención rápida e inmediata de las solicitudes de los clientes, para esto la E/S debe garantizarle a los clientes el producto, es decir que siempre tengan producto disponible para la venta, la pérdida de ventas por faltantes de producto origina que el servicio no sea prestado a los cliente. Adicionalmente los clientes no sólo van a las E/S a abastecer los tanques de sus vehículos de combustible sino que en muchas ocasiones lo que necesitan es aceites, agua o el servicio de montallantas.

6.4.6. Áreas de apoyo.

Principalmente existen 4 áreas que brindan todo el soporte a la operación de distribución de combustible en las E/S:

- **Calidad y cantidad:** Este equipo de trabajo está conformado por personal de ExxonMobil de Colombia S.A., especializado en el manejo y en la verificación de las propiedades químicas y físicas de combustibles líquidos del petróleo, encargados de verificar periódicamente que el producto de las E/S cumpla con las especificaciones de calidad requeridas y brindar soporte a las E/S cuando por error mezclan 2 productos diferentes.
- **Ingeniería:** El área de ingeniería brinda a las E/S todo el servicio y soporte relacionado con el sistema eléctrico y mecánico de E/S, mantenimiento y

reparación de la iluminación, de las bombas sumergibles de los tanques y de los surtidores, igualmente trabaja en la reparación y mantenimiento de la infraestructura de toda la Estación.

- Ventas: El área de ventas de las E/S está conformado por una o dos personas, que se encargan de capturar volúmenes adicionales y fidelizar los clientes. El mercado objetivo está conformado por flotas de vehículos particulares o privados y por todas las personas que tienen vehículos con motores de combustión. Con promociones, estrategias de mercadeo y servicio al cliente también capturan volúmenes adicionales y fidelizan clientes. Ofreciendo productos de excelente calidad, despachos acertados en la cantidad y un servicio adecuado, no solo se aumentan las ventas ocasionales sino que la E/S asegura la compra de sus clientes.
- Recursos Humanos: En las E/S siempre hay personas encargadas de buscar los empleados idóneos para atender a los clientes y administrar la E/S. Debe haber un proceso de entrenamiento del personal, en procedimientos y servicio al cliente, adicionalmente es necesario buscar herramientas para motivar a los empleados y evitar los altos niveles de rotación de personal. Por ser la venta de combustibles un servicio público, los agentes de servicio son los que le dan la cara al cliente y los que hacen la venta final, un buen servicio logra en los clientes confianza y regreso a la E/S.
- Administración: Ésta área en muchas E/S particulares, es la encargada de cubrir muchas de las actividades descritas en las áreas de apoyo anteriores, además, deben controlar la contabilidad de la E/S, montar el pedido en el sistema, y proteger el dinero de las ventas diarias de la E/S.

Como en todas las cadenas de abastecimiento cuando se rompe uno de los eslabones se afecta el resultado y el objetivo de la cadena. Si desde el comienzo el nivel de inventarios no es apropiado, puede haber pérdida de ventas por faltantes o aumento de costos financieros; si el producto descargado es inferior al pedido solicitado hay pérdida de capital, y si la calidad del producto no es la requerida pueden existir reclamos y daño en los motores de los vehículos de los clientes, igualmente si la documentación no se archiva organizadamente, se pierde el historial de los descargues y los soportes para posibles reclamos al proveedor .

Si la E/S se encuentra descuidada, averiada o sucia, sin la debida iluminación, o si la cantidad despachada a los clientes es inferior a lo solicitado y a esto le adicionamos una atención lenta y un mal servicio, con todo seguridad los clientes no volverán a la E/S, posiblemente se maltrate la imagen en general del distribuidor mayorista y únicamente la E/S tenga ventas ocasionales. La cadena de valor, es un conjunto de actividades que deben funcionar al mismo tiempo para

evitar la pérdida de clientes y la disminución de ventas, pero soportadas por todas las áreas de apoyo.

7. MODELO DE CONTROL DE INVENTARIOS

Para satisfacer las necesidades de la demanda a tiempo, es necesario tener las cantidades disponibles en el momento adecuado; es entonces, la incertidumbre una motivación para mantener inventarios, pues es de gran importancia tener en cuenta los tiempos de demora de abastecimiento ya que la empresa, o en este caso la E/S, debe asegurar la continuidad de las ventas mientras transcurre el tiempo de abastecimiento. Los cambios presentados en el comportamiento de la demanda como lo es la estacionalidad, los cambios en las condiciones económicas y otros factores no controlables, se convierten también en motivaciones. Para lograr este propósito se aplica un control a los inventarios utilizando los diferentes modelos de inventarios. Es posible ejercer un control de inventarios cuando se conoce la demanda o cuando es incierta, para cada uno de los casos existen diferentes métodos aplicables a la realidad. Ya que al mantener inventarios se incurre en diferentes costos, independientemente del modelo utilizado y de las características del producto, es importante conocer que costos están relacionados con dichos modelos:

- Costo de Pedido.
- Costo de Compra Unitario (Generalmente incluye el costo de envío).
- Costo de Retención o Posesión (Costo de mantener una unidad de inventario durante un periodo, costo de oportunidad al invertir capital en inventario).
- Costo de Escasez o Agotamiento (Ventas perdidas)¹⁰.

Como modelo básico de inventario se tiene el del Lote Económico de Pedido EOQ, para el cual se requiere tener en cuenta ciertas suposiciones como lo son las siguientes:

- Demanda es determinista y ocurre a tasa constante.
- Se hace un pedido de un tamaño cualquiera.
- Tiempo de espera de pedido igual a cero.
- No se permite escasez.
- Existe un costo por unidad de inventario por unidad de tiempo¹¹.

Para el caso de estudio en el control de inventarios en las E/S se debe tener presente que el tiempo de espera de pedido es diferente de cero, y por lo tanto, es necesario tener en cuenta el concepto de punto de reposición o punto de reorden, el cual se refiere al nivel de inventario en el que se debe hacer un pedido.

Ya que la demanda de los productos analizados en el presente estudio es algo irregular, debido a la evidente estacionalidad presentada durante la semana, lo

¹⁰ WINSTON, Wayne L. Investigación de Operaciones, Aplicaciones y Algoritmos. México : Thomson. Cuarta edición. 2004. p. 846- 847.

¹¹ Ibíd. P.848.

anterior lleva a que no se satisfaga la suposición de demanda constante que se requiere para aplicar un modelo EOQ. Pero ya que en la realidad es muy difícil encontrar una demanda constante, existe una manera de determinar si la suposición de demanda constante es razonable, Peterson y Silver, recomendaron estimar lo siguiente:¹²

- Demanda promedio de las observaciones durante un periodo de tiempo.
- Varianza de la demanda.
- Estimación de la variabilidad relativa de la demanda (coeficiente de variabilidad CV).

$$CV = \frac{Var. Est. D}{\bar{d}^2}, \text{ donde } Var. Est. D \text{ es la varianza de la demanda, y } \bar{d}^2 \text{ es la demanda promedio de las observaciones durante un periodo elevado al cuadrado.}$$

Por lo tanto de acuerdo con las investigaciones del EOQ, este modelo de control de inventarios, se puede usar siempre y cuando $CV < 0.2$.

Como en el presente documento se requiere aplicar algunos conceptos básicos del modelo de Lote Económico de Pedido EOQ, y además continuar el proceso luego de la generación de pronósticos, a continuación se aplica la fórmula para hallar el coeficiente de variabilidad sobre los datos de la E/S que se está tomando como ejemplo para desarrollar el estudio con cada uno de los productos que comercializa:

- La varianza de la demanda $Var. Est. D$ de la E/S San Cristóbal para cada uno de los productos es:
 - Gasolina Extra $Var. Est. D = 1.051,45 \text{ gl}^2$
 - Gasolina Corriente $Var. Est. D = 18.2546,67 \text{ gl}^2$
 - Diesel $Var. Est. D = 1.352.007,81 \text{ gl}^2$
- La demanda promedio de cada uno de los productos es:
 - Gasolina Extra $\bar{d}^2 = 2.706,13 \text{ gl}^2$
 - Gasolina Corriente $\bar{d}^2 = 3.467.033,74 \text{ gl}^2$
 - Diesel $\bar{d}^2 = 24.379.909,99 \text{ gl}^2$

Finalmente el coeficiente de variabilidad para cada uno de los productos es:

- Gasolina Extra:
 - CV= 0,38855
- Gasolina Corriente:
 - CV= 0,05265
- Diesel:
 - CV= 0,05546

¹² Ibíd. P.848- 849.

Se observa que para el caso de Gasolina Corriente y Diesel la suposición de demanda constante es razonable, pues los valores obtenidos son menores a 0,2, pero en el caso de la Gasolina Extra, no sucede lo mismo, pues el coeficiente de variabilidad obtenido es mayor a 0,2, lo cual tiene explicación en la naturaleza del producto, pues es considerado un producto que no se consume con la frecuencia ni los volúmenes de los demás.

Teniendo ya algunos conceptos básicos del modelo EOQ y sabiendo que es posible aplicarlos al estudio desarrollado en este documento, en los capítulos subsiguientes se desarrollará un modelo ajustado a las necesidades de las E/S.

7.1. POLÍTICAS Y ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE LAS E/S

El proveedor de las E/S involucradas en este proyecto es la flota propia de Bogotá de ExxonMobil de Colombia S.A., seleccionada por la seguridad que ofrece a sus clientes en la calidad y cantidad del producto, por el profesionalismo de los Distribuidores Vendedores que abastecen la E/S y porque económicamente es la mejor alternativa. Las E/S deben acogerse a las políticas de seguridad y calidad del proveedor y de las condiciones de calidad del Distribuidor Mayorista.

- El proveedor tiene 24 horas para dar respuesta de la hora del descargue y hasta 36 horas para abastecer al cliente.
- Descargar únicamente compartimientos completos de las cisternas de los carrotanques.
- La Flota podrá entregar pedidos con máximo un compartimiento vacío diferente al compartimiento 1 de 3500 galones.
- Los tanques de las E/S se pueden abastecer máximo hasta el 90% de su capacidad total.
- Máximo se puede haber flujo de producto en dos mangueras.
- Restricciones de movilidad de la Flota, descritas en el capítulo anterior.
- Transportar producto con guía de transporte.
- Entregar factura y plan de descargue al cliente.
- Si no se pueden tomar medidas iniciales de los tanques antes del descargue, se debe devolver el producto.

- Las bombas sumergibles de los tanques de la E/S deben estar de 10 a 15 centímetros por encima del fondo del tanque, equivalente a 300 o 400 galones.
- El diesel es más pesado que las gasolinas, por la restricción de peso para transportadores, las cantidades máximas que puede transportar la flota son las siguientes:
 - 11.500 gls de diesel, el compartimiento 3 vacío.
 - 9.500 gls de diesel y 2.000 gls de gasolina, el compartimiento 3 vacío.
 - 8.500 gls de diesel y 3.000 gls de gasolina, el compartimiento 3 vacío.
 - 8.000 gls de diesel y 3.500 gls de gasolina, el compartimiento 3 vacío.
 - 7.500 gls de diesel y 5.000 gls de gasolina, el compartimiento 3 vacío.
 - 12.500 gls de gasolinas.
 - De 8.000 gls de diesel para arriba se debe enviar el compartimiento 3 vacío, porque sobrepasaría el peso permitido, de lo contrario el carro tanque se llenará en su totalidad.

7.2. FACTORES DE INCIDENCIA EN LOS NIVELES DE INVENTARIOS

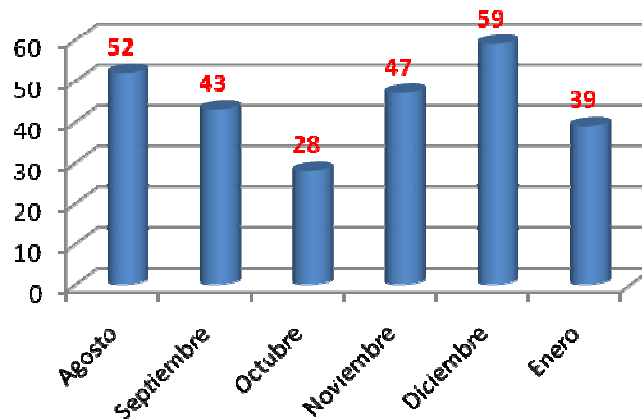
A continuación se describirán los factores que inciden negativamente en los inventarios de las E/S, porque retrasan el momento de abastecimiento, originando en muchas ocasiones que la E/S se quede sin producto e incurra en ventas perdidas por faltantes.

7.2.1. Descripción de factores.

- Cálculo erróneo del pedido: Los clientes no cuentan con ningún tipo de modelo o herramienta que les ayude a pronosticar el volumen de ventas, los volúmenes de los pedidos son calculados con el fin de aumentar su nivel de inventarios, después de haber llegado a un nivel mínimo. Igualmente al final del mes, los productos suben de precio de acuerdo a políticas gubernamentales y por esto, los clientes buscar aumentar al máximo su nivel de inventarios los últimos días del mes, hacen mal los cálculos de las ventas y como resultado deben devolver producto por falta de cupo. Las E/S llevan un control de ventas diarias que utilizan únicamente para verificar sus inventarios, pero con esto podrían pronosticar.
- Devolución de producto de una E/S: Las devoluciones de producto en las E/S se pueden presentar por dos razones, la primera es por falta de cupo

en los tanques de la E/S y la segunda porque por razones técnicas el producto no se puede descargar, ya sea porque no dejan las llaves para destapar los tanques, porque no dejan tablas de aforo para medir el nivel inicial de los tanques, porque dejan vehículos parqueados en la zona de descargue, entre otras. Las devoluciones pueden retrasar las entregas porque el producto de las cisternas no puede ser retornado a la planta y es necesario buscar un viaje que coincida con el producto de los compartimientos devueltos o revisar si una E/S cercana tiene cupo para descargarlo, procesos que retrasan las entregas siguientes.

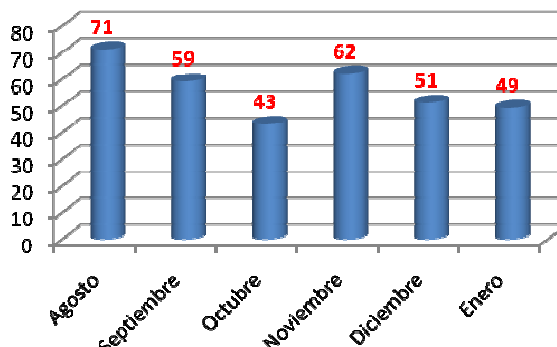
Grafica 22. Cantidad de Devoluciones Mensuales Segundo Semestre.



Fuente: Información suministrada por Coordinador de Flota ExxonMobil S.A., Bogotá

- Ingreso tardío de la solicitud de pedido: Los clientes no tienen en cuenta las políticas y los tiempos de respuesta del proveedor, ingresan los pedidos después del corte diario (12 M), solicitando que el pedido llegue esa misma noche o en la mañana siguiente, pero por haber ingresado la solicitud después del corte, posiblemente será abastecidos hasta el otro día en la noche, y deben ingresar solicitudes de adelanto que en muchas ocasiones no pueden ser respondidas afirmativamente por la falta de cupo en la flota, lo que le genera a la E/S desabastecimiento y cierre de islas.

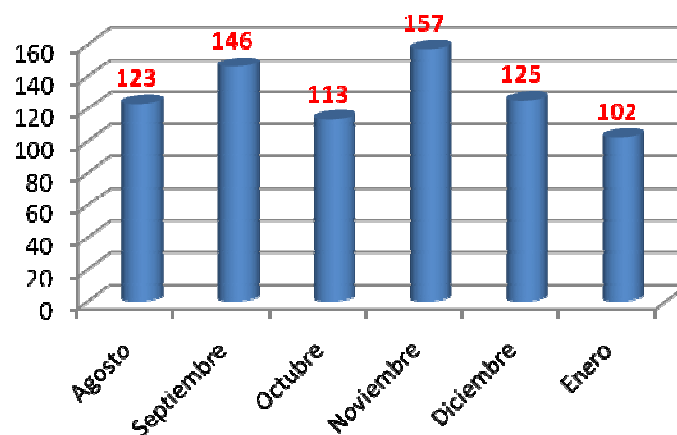
Grafico 23. Cantidad de Solicitudes de Adelanto Mensuales Segundo Semestre.



Fuente: Información suministrada por Coordinador de Flota ExxonMobil S.A., Bogotá

- Cuentas por pagar a ExxonMobil: De acuerdo al volumen de venta de cada uno de los clientes, ExxonMobil da un monto de crédito y un plazo determinado, cuando el cliente ha sobrepasado el monto de crédito o no ha pagado en el plazo acordado, las solicitudes de pedidos no se pueden programar hasta que liberen su cupo. Las E/S que igualmente tienen crédito con sus clientes, tienen un flujo de caja muy bajo que les impide liberar cupo, viéndose en la obligación de sobrepasar el stock de seguridad para recaudar dinero. Cuando por fin pueden liberar cupo, sus niveles son muy bajos y la respuesta inmediata que necesitan de la flota no es posible, viéndose obligados a cerrar islas y a tener pérdida de ventas por falta de producto.

Grafico No. 24. Cantidad de pedidos retenidos por mes durante el Segundo Semestre.



Fuente: Información suministrada por Coordinador de Flota ExxonMobil S.A., Bogotá

- Problemas mecánicos en la flota: A las tractomulas se les hace un mantenimiento preventivo e inspecciones diarias, lo cual disminuye la probabilidad de alguna falla, pero igualmente se presentan problemas como fugas de aire, llantas pinchadas, problemas con la transmisión, etc. Todos estos inconvenientes retrasan la programación de los viajes de la flota, demoran las entregas y dejan sin combustible a las E/S que tienen sus inventarios al límite inferior.
- Problemas técnicos en la planta: En la planta de abasto del mayorista, el mantenimiento preventivo es bastante exigente y exhaustivo, sin embargo se presentan problemas técnicos, ya sea en las válvulas, en los brazos de los llenaderos, en el sistema de cargue, en la impresión de la documentación de los viajes, entre otros inconvenientes que retrasan la programación de los viajes de la flota.
- Desabastecimiento de la planta: ECOPETROL es quien programa y realiza los bombeos de producto a las plantas de abastecimiento de los

distribuidores mayoristas de combustibles líquidos derivados del petróleo, para esto tiene acceso a los inventarios de las plantas. Por efectos de mala programación o problemas en los oleoductos, la planta de ExxonMobil en Puente Aranda Bogotá, se puede quedar sin producto y los distribuidores minoristas no pueden ser reabastecidos.

- Error en el diseño de la programación: El programador que se encuentra en Curitiba Brasil, tiene el estudio de tiempos de los viajes para cada uno de los clientes, pero nunca se tuvo en cuenta que el tiempo de los viajes cambia dependiendo de la hora en que sean realizados, por esto hay ocasiones en que los viajes programados para un turno no se pueden realizar por falta de tiempo y uno o varios clientes serán atendidos con algunas horas de retraso. Cuando un viaje está programado y en el turno el Distribuidor no alcanza a entregarlo, el viaje tendrá prioridad en el siguiente turno.
- Ventas extraordinarias: Los clientes en algunas ocasiones tienen ventas extraordinarias o picos en sus ventas muy elevados, que no ocurren con frecuencia, y que los Administradores de las E/S no tienen en cuenta para calcular los volúmenes del pedido, porque no lo pueden predecir, y el stock de seguridad no es suficiente para amortiguar este tipo de eventos, por lo cual las E/S se pueden quedar sin producto y se ven en la necesidad de ingresar una solicitud de adelantando del pedido que no siempre es afirmativa.
- Demoras en la ejecución de la programación: Existen diferentes tipos de demoras que retrasan la programación, afectando el despacho de pedidos e incumpliendo con el plazo para abastecer a los clientes. Por ejemplo trancones en la ciudad, clima peligroso, errores en el cargue de las cisternas por parte de los distribuidores, demora en la recepción del pedido en las estaciones, entre otras.

7.2.2. Análisis y Jerarquización de Factores.

Los factores descritos anteriormente se pueden agrupar en dos conjuntos: los que dependen y son responsabilidad de la E/S, factores de la E/S y en los que son responsabilidad de terceros, factores de terceros:

Factores de la E/S: Cuentas por pagar, ingreso tardío de la solicitud de pedido, cálculo erróneo del pedido, ventas extraordinarias, devolución de producto de una E/S.

Los factores de la E/S son aquellos inconvenientes y demoras en el momento del reabastecimiento que pueden ser controlados por la misma E/S, para efectos de

este proyecto son los más importantes y los que la E/S debe mitigar, llevando un análisis de sus registros históricos de ventas y un continuo seguimiento al comportamiento del nivel de sus inventarios.

Factores de terceros: Problemas mecánicos en la flota, problemas técnicos en la planta, desabastecimiento de la planta, error en el diseño de la programación, demoras en la ejecución de la programación.

Para la E/S de servicio los factores de terceros evitan el cumplimiento de la planeación de los reabastecimientos pero no pueden ser controlados o mitigados por ellos mismos. Algunos dependen de la Empresa Colombiana de Petróleos, como el desabastecimiento en las plantas de abastecimiento mayoristas, otros dependen de los departamentos de ExxonMobil de Colombia S.A. o de ExxonMobil en Curitiba, tales como los errores en la programación y otros dependen de las condiciones climáticas y de la movilidad de la ciudad. La E/S como plan de contingencia para mitigar estos factores lo único que puede hacer es aumentar su stock de seguridad.

7.2.3. Efectos causados en los inventarios.

Los factores descritos anteriormente originan demora en el proceso de reabastecimiento de las E/S, impiden el control en el nivel de inventarios de las E/S y pueden ocasionar desabastecimiento de alguno de los productos que ofrece la E/S, generando pérdidas por faltantes, desmejorando la imagen de la E/S, y de las marcas ESSO y MOBIL de ExxonMobil de Colombia S.A.

Los factores de la E/S pueden originar pérdidas por faltantes, y pérdida de dinero por el costo asociado a las devoluciones.

Igualmente la opción que tienen las E/S para mitigar los factores de terceros, aumentando su stock de seguridad, genera un incremento en el costo de oportunidad del dinero de la E/S. Los incrementos en los costos, disminuyen la rentabilidad final de la E/S y como consecuencia afectan la sostenibilidad en el futuro del negocio.

7.2.3.1. Análisis del Estado de Cuenta de las E/S.

Dentro de los factores de incidencia en los niveles de inventarios se mencionó las cuentas por pagar a ExxonMobil en el apartado 7.2.1, el cual genera retención de pedidos y efectos negativos en la operación de las E/S.

Las E/S de servicio o quienes administran estas empresas generalmente no tienen como única fuente de ingreso o actividad económica la operación de las E/S, pues como se observa en el apartado 4.1 algunas E/S ofrecen productos y servicios diferentes al suministro de combustible.

Tal y como lo hace la administración de la E/S Comercializadora De Bienes & Servicios (Ver Anexo X), una de las que abastece la flota involucrada en el presente estudio, y vende grandes volúmenes de combustible, no tiene como único negocio la venta y comercialización de combustibles, sino que también tiene a su cargo las siguientes actividades económicas:

- Administración de 5 buses pertenecientes a la flota del Grupo Bolivariano (Expreso Bolivariano y Fronteras).
- Comercialización y distribución de llantas nuevas marca BRIDGESTONE, MICHELIN, GOODYEAR, YOKOHAMA, entre otras para vehículos pesados.
- Reencauche, venta y distribución de llantas para vehículos pesados.
- Servicios de alineación, balanceo y rectificación de rines para vehículos pesados.¹³

Es claro entonces, que como sucede en la E/S mencionada, es posible que en algunas más se tenga el mismo caso a mayor o menor escala. Dichas fuentes de ingreso hacen que los ingresos obtenidos en la operación de la E/S se utilicen para generar flujo de caja, cubrir deudas de otros negocios o actividades, o simplemente para invertir en mercados de capital que generan márgenes de utilidad superiores, aunque algunos con mayor nivel de riesgo¹⁴.

Durante la operación de cualquier negocio que involucre equipos electrónicos, infraestructura, operarios, e interacción con personas y equipos se generan gastos imprevistos, por accidentes, uso o mal uso de los elementos, estos gastos no están contemplados dentro de los presupuestos de las E/S, y estas situaciones hacen que incumplan con los pagos al proveedor mayorista.

Las E/S también brindan facilidades de pago a sus clientes, otorgando créditos a 30 o 60 días según sea el caso. Esta situación genera el riesgo de que los clientes de las E/S incumplan sus pagos en las fechas establecidas, y es así como se ve reflejada esta situación en los pagos al distribuidor mayorista, pues la E/S tiene programado un flujo de caja para cumplir con sus obligaciones y realizar las inversiones que son de su interés.

La administración de las E/S genera flujo de caja con la operación de la E/S, pero es posible que busque rendimientos con otras inversiones. Por otra parte si la E/S toma la decisión de poner el capital a rentar en otras inversiones, podría tener rendimientos a una tasa aproximada del 0,49 efectiva mensual, mientras que si decide, por ejemplo adquirir una cierta cantidad de combustible tendría una rentabilidad de aproximadamente el 2,93% en el caso de la gasolina extra, sin

¹³ Información obtenida de entrevista con el Director de Comercializadora de Bienes y Servicios S.A., Ingeniero Cesar De La Hoz.

¹⁴ Ibíd; De La Hoz.

tener en cuenta que gran parte de esta utilidad será destinada a cubrir los costos de inventarios, y demás responsabilidad de la operación de la E/S.

Deficiencias en la administración de la E/S también pueden generar incumplimiento en los pagos al proveedor, pues una gestión poco eficiente, un control inadecuado de inventarios, o pedidos equivocados, generan multas y otros gastos imprevistos, lo que genera un desequilibrio en el flujo de caja de la E/S.

7.3. PROPUESTA PARA LA DISMINUCIÓN EN LA INCIDENCIA NEGATIVA DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LOS NIVELES DE INVENTARIO

Para disminuir la incidencia negativa de los factores que afectan el nivel de inventarios de las E/S, se debe utilizar la herramienta elaborada y descrita en el Capítulo 7 de este proyecto, basada en el diseño del modelo de abastecimiento de combustibles para las estaciones de servicio Esso y Mobil Ubicadas en la Ciudad de Bogotá.

La herramienta esta soportada en los históricos de ventas de las E/S, utilizados para analizar el comportamiento y para calcular el mejor de los tres pronósticos obtenidos de tres métodos diferentes descritos anteriormente. Con base en los pronósticos calculados se adecuo el modelo de inventarios EOQ para hallar el tiempo en que se consume el producto de los inventarios y para calcular los volúmenes y la fecha y hora del reabastecimiento.

La herramienta debe ser utilizada mínimo dos veces al día, para verificar el estado de los inventarios, y para controlar posibles desviaciones ocasionales de las ventas de cada uno de los productos que ofrece la E/S.

7.4. ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL MODELO DE INVENTARIOS DE LAS E/S

Para el caso de estudio, y luego de conocer las generalidades del modelo básico de control de inventarios de cantidad económica de pedido EOQ, se va a generar un modelo de control de inventarios, diseñado específicamente para las necesidades de las E/S pertenecientes a la población abastecida por la flota propia de ExxonMobil.

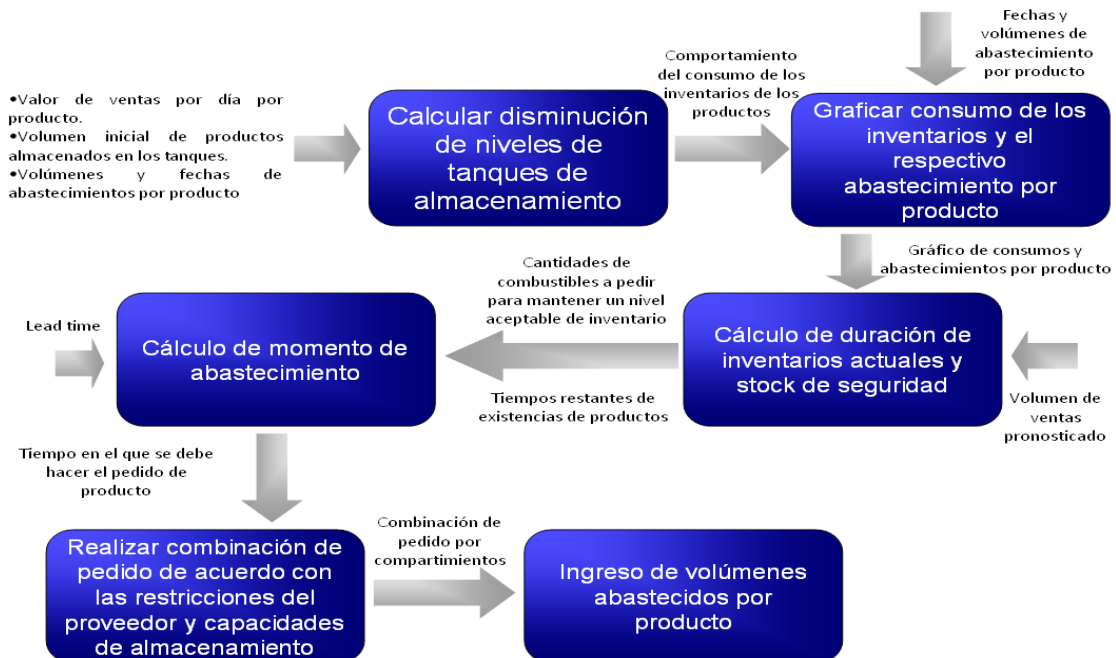
Teniendo en cuenta la estructura y capacidad de almacenamiento en las E/S, los productos combustibles derivados del petrolero que comercializan, las políticas y actividades de abastecimiento y/o distribución que tiene el proveedor mayorista, las restricciones en cuanto a cantidades, tiempos, los factores que afectan la variación en los niveles de inventarios de las E/S y el comportamiento en cuanto consumo de los inventarios, se diseña un modelo que pretende brindar información a la administración en las E/S para la toma de decisiones en cuanto a abastecimiento mantenimiento de inventarios de cada uno de los productos que comercializa. Dichos resultados que se desean obtener están basados en su mayoría en los conceptos teóricos básicos y resultados que brinda la aplicación

del conocido modelo de Cantidad Económica de Pedido EOQ, el modelo EOQ de tasa continua, el EOQ con demanda incierta y sistema de revisión periódica¹⁵. Los conceptos que se toman como referencia para desarrollar el modelo ajustado a las necesidades de las E/S son:

- ✓ Punto de reorden.
- ✓ Nivel de servicio.
- ✓ Stock o inventario de seguridad.
- ✓ Costos de mantenimiento de inventarios.
- ✓ Costos de almacenamiento.
- ✓ Costo de pedir.
- ✓ Costo de escasez o agotamiento (ventas perdidas).
- ✓ Inventario máximo.
- ✓ Inventario mínimo.
- ✓ Tiempo entre pedidos.
- ✓ Lead time.
- ✓ Demandas promedio durante el lead time.
- ✓ Cantidad pedida variable.

Teniendo en cuenta las características, estructura de almacenamiento en las E/S y lo antes mencionado, se desarrollará el siguiente proceso para controlar los inventarios:

Diagrama 1. Diagrama de bloques del Proceso de Obtención de Pronósticos



Fuente: Diseño de los autor

¹⁵ WINSTON, Wayne L. Investigación de Operaciones, Aplicaciones y Algoritmos. Thomson. Cuarta edición. México, 2004. P.846, 847.

El proceso antes graficado será detallado en el Capítulo 8, donde se realiza un análisis y descripción del flujote la información. Mediante dicho proceso se pretende obtener los siguientes resultados con el fin de utilizarlos para tomar decisiones sobre el abastecimiento en las E/S:

- Cantidad de producto almacenado en el tanque VS. Valor pronostico de ventas.

Este resultado tiene como fin conocer el consumo de producto que se va a tener en cada uno de los tanques de almacenamiento para tenerlo en cuenta y saber con cierto grado de certeza el punto y volumen de abastecimiento.

- Fecha y hora de abastecimiento.

Este resultado se obtiene luego de procesar la información

- Distribución en camión.

Este resultado se utiliza para hacer de forma óptima el pedido de abastecimiento de acuerdo con las restricciones del camión que transporta los productos.

- Duración de inventarios actuales.

Resultado que sirve para conocer el tiempo para el cual alcanza la existencia de productos y calcular el momento en el cual se deben hacer los pedidos.

- Stock de seguridad

El valor obtenido como stock de seguridad o inventario de seguridad respalda la incertidumbre en cuanto a demanda y abastecimiento de producto, pues como ya se mencionó en uno de los capítulos anteriores existen varios factores que afectan el abastecimiento.

Teniendo en cuenta los precios de venta, impuestos, y demás ítems para determinar los precios de los combustibles (Ver Anexo C), se obtienen los márgenes de utilidad de cada uno de los productos vendidos por las estaciones de servicio, los cuales se detallan a continuación.

Tabla 21. Tabla de margen de rentabilidad por galón de gasolina corriente.

CORRIENTE			
COSTO POR GALÓN (\$)	PRECIO DE VENTA POR GALÓN (\$)	UTILIDAD (\$)	% RENTABILIDAD
6.831,08	7.031,08	200,00	2,93%

Fuente: Comunicado Minminas. 29 de abril de 2009.

Tabla 22. Tabla de margen de rentabilidad por galón de ACPM.

ACPM			
COSTO POR GALÓN (\$)	PRECIO DE VENTA POR GALÓN (\$)	UTILIDAD (\$)	% RENTABILIDAD
5.433,23	5.837,27	404,04	7,44%

Fuente: Comunicado Minminas. 29 de abril de 2009.

Tabla 23. Tabla de margen de rentabilidad por galón de gasolina extra.

EXTRA			
COSTO POR GALÓN (\$)	PRECIO DE VENTA POR GALÓN (\$)	UTILIDAD (\$)	% RENTABILIDAD
7.845,73	8.249,77	404,04	5,15%

Fuente: Comunicado Minminas. 29 de abril de 2009.

La información mostrada anteriormente evidencia los márgenes de rentabilidad y la utilidad por producto. Estos resultados son útiles para determinar la prioridad o la importancia que tiene cada uno de los productos en las utilidades de las E/S, generando una mayor rentabilidad el ACPM o Diesel, seguido de la Gasolina Extra, y finalmente, con el porcentaje de rentabilidad más bajo está la Gasolina Corriente. Con estos resultados sería ideal que el control de inventarios que se haga al Diesel o ACPM, debe ser lo más preciso posible.

8. DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA ANALÍTICA PARA LA TOMA DE DECISIONES DE REABASTECIMIENTO

La herramienta es una aplicación programada en Visual Basic, y operada desde una interface desarrollada en Microsoft Excel, programa de fácil acceso para las E/S (Ver CD Anexo D).

Imagen No.1. Interface de la aplicación en Excel.



Fuente: Aplicación creada por el autor.

8.1. DEFINICIÓN DEL FLUJO DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

La herramienta consta de una fase inicial de implementación y de ajuste a las características particulares de cada una de las E/S, Esso y Mobil de Bogotá y sus alrededores.

El programa requiere del ingreso de unas variables de entrada, realiza un procesamiento de la información y por último arroja los resultados o variables de salida, elementos que serán descritos a continuación.

Para explicar y describir la herramienta se tomará como ejemplo la herramienta implementada y ajustada a las características particulares de la E/S San Cristobal.

8.1.1. Implementación

En la fase de implementación se deben analizar los registros históricos de ventas por cada producto y si es posible por cada tanque de almacenamiento de la E/S, para verificar el comportamiento y la estacionalidad de cada uno de los productos como se menciona el Capítulo 4, numeral 4.2,1 de este proyecto. El número de tanques, la cantidad de productos, la capacidad de los tanques y el nivel mínimo de succión de los tanques son parámetros que se deben ajustar en la herramienta.

En La imagen No.2., se puede ver la implementación del cálculo de los pronósticos de la demanda por días en la E/S San Cristóbal, luego de realizar el respectivo análisis estadístico, para evaluar la estacionalidad y el comportamiento de las ventas.

Imagen No.2. Implementación de pronósticos diarios E/S San Cristóbal.

Día:	Lunes	MEJOR PRONOSTICO POR DIA Y POR PRODUCTO					
Fecha:		EXTRA		CORRIENTE		DIESEL	
	FECHA	PRONOSTICO	ERROR MADt	PRONOSTICO	ERROR MADt	PRONOSTICO	ERROR MADt
	LUNES						
	MARTES						
	MIERCOLES						
	JUEVES						
	VIERNES						
	FIN DE SEMANA (SABADO)						

Fuente: Aplicación creada por el autor.

En la interface del programa se incluye la estructura de capacidad de almacenamiento de la E/S, como se muestra en la imagen No.3., igualmente en cada uno de los tanque se hace referencia al nivel mínimo donde la bomba flotante deja de succionar producto.

Imagen No.3. Implementación de productos, tanques y capacidad de tanques E/S San Cristóbal.



Fuente: Aplicación creada por el autor.

8.1.2. Variables de Entrada

Las variables de entrada son los datos que el usuario de la herramienta debe ingresar en la interface para calcular la fecha y hora del reabastecimiento y las cantidades de producto que debe solicitar la E/S a su proveedor.

➤ Ventas

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Son las ventas diarias de cada producto o de cada uno de los tanques de la estación. Se hace un corte diario, excepto los domingos que no trabaja el Administrador de la E/S. Se ingresa la fecha y la venta de cada producto.	Es el punto de partida del programa, con los históricos de ventas se calculan los pronósticos. Se deben ingresar en la planilla del día correspondiente.

Imagen No.4. Planilla de Ventas de Lunes.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ESTACIÓN SAN CRISTOBAL								
2	VENTAS DE LUNES					INGRESAR VENTAS	MODELO		
3	T	FECHA	EXTRA	CORRIENTE	DIESEL				
4	1								
5	2								
6	3								
7	4								
8	5								
9	6								
10	7								
11	8								
12	9								
13	10								
14	11								
15	12								
16	13								

Fuente: Aplicación creada por el autor.

Para cada día de la semana el archivo de Excel tiene una planilla en una hoja titulada con el nombre del día. El administrador o usuario de la aplicación debe abrir la planilla de las ventas del día que va a registrar, ingresa la fecha del día y la venta de cada producto.

➤ Fecha.

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Es la fecha, el día y la hora en que se realiza la consulta en el sistema.	Es el punto de tiempo de referencia del programa, dependiendo de estos datos el sistema calcula la duración de los inventarios actuales.

Imagen No.5. Fecha.

Fuente: Aplicación creada por el autor.

Para ingresar la hora y el día se utilizó un cuadro de lista (control de formulario), controlado por las listas en la hoja “Fechas” de la aplicación como muestra la imagen No. 6.

Imagen No.6. Listas o rangos de entrada para el control de formulario.

Fuente: Aplicación creada por el autor.

➤ Volumen inicial.

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Es la medida del nivel de cada uno de los tanques, tomada en el momento que se va a consultar la herramienta. Los tanques se deben medir con una vara métrica y con la tabla de afuera del tanque se hace la conversión a galones.	Con el nivel de inventarios inicial se calcula el tiempo aproximado en que se agotarán, y llegarán al punto mínimo de succión que tienen las bombas.

Imagen No.7. Volumen inicial.



Fuente: Aplicación creada por el autor.

El volumen inicial se debe ingresar en la celda que se encuentra debajo del tanque correspondiente.

➤ Porcentaje de consumo.

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Es el porcentaje de las ventas diarias que se vende en tres periodos del día.	Busca disminuir el error de los pronósticos diarios porque a lo largo del día existen unas horas en donde se vende más que en otras.

Imagen No.8. Porcentaje de consumo.

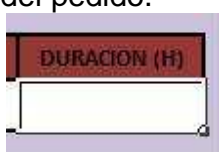
PERIODO	CONSUMO %
00:00 am - 5:59 am	<input type="text"/>
6:00 am - 7:59 pm	<input type="text"/>
8:00 pm - 11:59 am	<input type="text"/>

Fuente: Aplicación creada por el autor.

- Horas de duración del pedido.

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Son el número de horas para las cuales se solicita el pedido, el pedido se solicita de acuerdo a la cantidad de producto que cubre las horas de consumo.	De acuerdo a las horas de consumo, el programa calcula la cantidad de producto necesario para cubrir el periodo deseado por el administrador de la E/S, la E/S calcula las horas de consumo de acuerdo al costo de oportunidad de mantener los niveles de inventarios.

Imagen No.9. Horas de duración del pedido.



Fuente: Aplicación creada por el autor.

- Día de abastecimiento.

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Es el día que se ingresa al sistema de acuerdo a la fecha calculada por la aplicación en que debe ser llegar el pedido a la E/S.	El día de solicitud es el dato con el que el sistema empieza a hacer el barrido correspondiente de los pronósticos de los días de la semana y calcular la cantidad de producto requerido para las horas de consumo.

Imagen No.10. Día de abastecimiento.



Fuente: Aplicación creada por el autor.

Para ingresar el día en que se debe recibir el abastecimiento se utilizó un cuadro de lista (control de formulario), controlado por las listas en la hoja "Fechas" de la aplicación como muestra la imagen No. 6.

8.1.3. Constantes

La aplicación tiene dos datos constantes, derivados de las características y restricciones del proveedor.

- Lead Time

El lead time es el tiempo de respuesta del proveedor a las solicitudes de pedidos sus clientes, para el caso de la flota propia de ExxonMobil de Colombia S.A. de Bogotá, el tiempo de respuesta es de 36 horas, que pueden tener una variación hasta de 4 horas.

Imagen No.11. Lead Time.

LEAD TIME (H)
36

Fuente: Información obtenida de entrevista con el Coordinador de Flota propia de ExxonMobil de Colombia S.A.

➤ **Compartimientos**

Las cisternas o tanques de la flota propia de ExxoMobil de Colombia S.A. tienen 5 compartimientos con capacidades constantes que no pueden ser modificadas. Los pedidos tienen que ser ajustados a la capacidad de los diferentes compartimientos porque las únicas medidas que se puede conocer son cuando el compartimiento está lleno o vacío.

Imagen No.12. Compartimientos.

1	3.500	gls.
2	3.000	gls.
3	1.000	gls.
4	2.000	gls.
5	3.000	gls.

Fuente: Información obtenida de entrevista con el Coordinador de Flota propia de ExxonMobil de Colombia S.A.

8.1.4. Procesamiento de la Información

Para la ejecución de la aplicación, se diseñaron una serie de botones para ejecutan los diferentes procedimientos que calculan el resultado de las variables de salida.

➤ Pronóstico.

FUNCIÓN
<p>Calcula los Cuadros y las tablas de los pronósticos en hojas de Excel por días, por método de pronóstico, por día y por producto, además la fecha de cada pronóstico, basándose en las Ventas de cada producto y calcula el Mejor Pronóstico de ventas y errores por día. Utiliza las hojas de Excel de la aplicación nombradas con los días de la semana.</p>

Imagen No.13. Botones de Pronósticos.

Fecha:		
	FECHA	P
LUNES		
MARTES		
MIERCOLES		
JUEVES		
VIERNES		
FIN DE SEMANA (SABADO)		

Fuente: Aplicación creada por el autor.

Fue necesario desarrollar un botón para el cálculo de los pronósticos por día porque la programación excedía los límites permitidos para ejecutar un procedimiento.

➤ Duración de inventarios actuales.

FUNCIÓN
<p>Calcula la Duración del nivel de inventarios actuales, utilizando el cuadro de Mejor Pronóstico de ventas y errores por día, e indica el número máximo de horas en que se debe montar el pedido.</p>

Imagen No.14. Botón de duración de inventarios actuales.

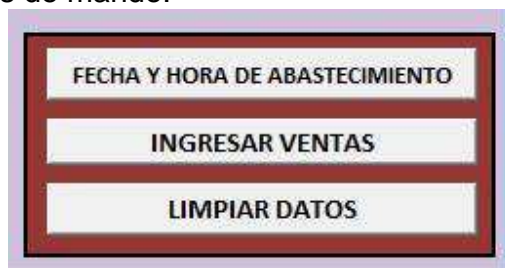
DURACION DE INVENTARIOS ACTUALES		
Tiene DIESEL para		horas.
Tiene CORRIENTE para		horas.
Tiene EXTRA para		horas.

Fuente: Aplicación creada por el autor.

➤ Fecha y Hora de Abastecimiento.

FUNCIÓN
<p>Calcula la fecha y la hora en que debe llegar el pedido a la E/S, utilizando el resultado de la Duración de los inventarios actuales.</p> <p>La aplicación toma el producto con menor duración y de acuerdo a este calcula la Fecha y Hora de solicitud.</p> <p>Igualmente calcula el stock de seguridad que debe tener la E/S por producto para cubrir el error del pronóstico durante el periodo que se va a consumir el pedido solicitado, utilizando los errores del cuadro de Mejor Pronóstico de ventas y errores por día.</p> <p>Se calcula oprimiendo el primer botón de la imagen No. 15.</p>

Imagen No.15. Botones de mando.



Fuente: Aplicación creada por el autor.

➤ Cálculo de pedido.

FUNCIÓN
<p>Calcula el pedido que se debe solicitar a la flota propia de ExxonMobil de Colombia S.A. en Bogotá, utilizando la cantidad de producto requerido para ser consumida a lo largo de las horas de consumo.</p> <p>El producto crítico es el que tiene menos horas de duración, para los otros productos la aplicación calcula la diferencia entre las horas de duración del pedido y el consumo de inventarios actuales . El resultado de la diferencia arroja las el número de horas para las que se debe realizar el pedido.</p> <p>A los valores del pedido hay que sumarles los stock de seguridad y con base en esto resta la cantidad de producto q y lo ajusta a la cantidad mínima de acuerdo a las restricciones de lote de pedido de la flota.</p>

Imagen No.16. Cálculo de pedido.

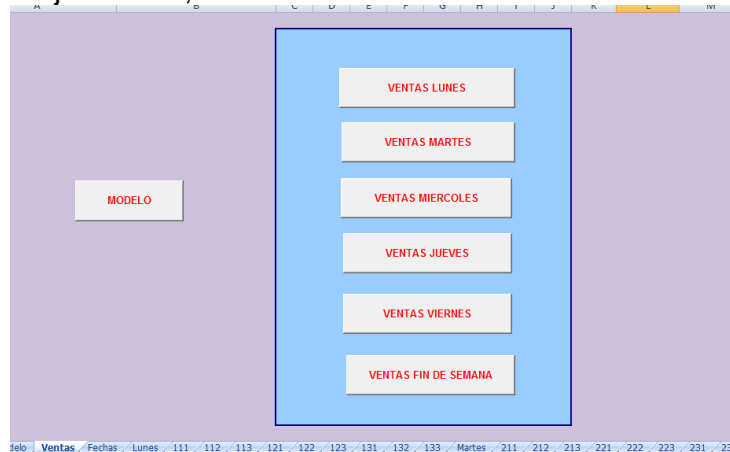


Fuente: Aplicación creada por el autor.

- Ingresar Ventas.

FUNCIÓN
Este comando se encuentra vinculado con una hoja de Excel que tiene botones para ingresar a las planillas de ventas de cada uno de los días, la hoja de Excel esta titulada Ventas. Ver imagen No.14.
Es el botón del medio de la imagen No. 12.

Imagen No.17. Hoja Ventas, Ventas diarias.



Fuente: Aplicación creada por el autor.

- Ventas diarias.

FUNCIÓN
Son los comandos que están vinculados con cada una de las planillas donde se ingresan las ventas .

Son los comandos de la Imagen No.17.

- Limpiar hoja.

FUNCIÓN
Este comando está diseñado para que las celdas de la interface queden vacías y se comience a correr el programa desde el inicio. Es el tercer comando de la Imagen No.17.

8.1.5. Variables de Salida

Las variables de salida son los datos que arroja el sistema como resultado de sus operaciones internas, para informarle al usuario la fecha y hora en que debe ser reabastecido y la cantidad de cada uno de los (pedido) que debe solicitar, ingresando en el sistema de ExxonMobil.

- Fechas de los días Pronosticados.

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Es la fecha de cada uno de los días para los que se pronostican las ventas.	Informar al usuario de la fecha de los pronósticos que calcula el sistema. Con el usuario se ubica en el tiempo.

Ver la columna FECHAS en la imagen No.13. Son calculadas con los botones de pronósticos.

- Cuadros de Pronósticos.

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Son los cuadros de información que el sistema calcula para hallar los pronósticos por cada uno de los métodos utilizados.	Arroja la información en una hoja de Excel del cálculo para cada uno de los pronósticos por día, por producto y por método.

Imagen No.18. Cuadros de Pronósticos. Lunes, diesel, regresión lineal.

ESTACIÓN SAN CRISTOBAL									
DIESEL REGRESIÓN									
T	FECHA	Ventas	Ft	Et	Et	% Et	MAD t	%MAD t	
1									
2									
3									
4	1								
5	2								
6	3								
7	4								
8	5								
9	6								
10	7								
11	8								
12	9								
13	10								
14	11								
15	12								
16	13								

Fuente: Aplicación creada por el autor.

T = Periodo

Ft = Pronóstico

Ventas = Consumo real

Et = Error en el periodo t = Ft – Ventas

|Et| = Error absoluto

%|Et| = Porcentaje del error absoluto = $|Et| / Ft * 100$

MADt = Desviación media absoluta = $\sum |Et| / t$

%MADt = Porcentaje de Desviación media absoluta = $MADt / Ft * 100$

Imagen No.19. Cuadros de Pronósticos. Lunes, extra, suavizado exponencial.

ESTACIÓN SAN CRISTOBAL									
EXTRA SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL									
T	FECHA	Ventas	Ft	Et	Et	% Et	MAD t	%MAD t	alfa = 0,5
1									
2									
3									
4	1	14-ene-08							
5	2	21-ene-08							
6	3	28-ene-08							
7	4	04-feb-08							
8	5	11-feb-08							
9	6	18-feb-08							
10	7	25-feb-08							
11	8	03-mar-08							
12	9	10-mar-08							
13	10	17-mar-08							

Fuente: Aplicación creada por el autor.

Alfa = Constante de suavización del pronóstico, le da una ponderación al pronóstico y las ventas reales del periodo anterior .

Imagen No.20. Cuadros de Pronósticos. Lunes, corriente, suavizado exponencial doble.

CORRIENTE SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL DOBLE											
T	FECHA	Ventas	At	Tt	Ft	Et	Et	% Et	MAD t	%MAD t	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											

Fuente: Aplicación creada por el autor.

At = Promedio de ventas hasta el periodo t.

Tt = tendencia.

Beta = Constante de suavización para la tendencia, le da una ponderación a la tendencia y al promedio de las ventas durante un periodo t.

En el archivo de Excel hay una hoja de Excel para cada uno de los cuadros de pronósticos por día, método y producto. Las hojas están nombradas con tres números.

xyz; donde (x) es el día, (y) es el producto, (z) el método.

Para x: 1 lunes, 2 martes, 3 miércoles, 4 jueves, 5 viernes y 6 fin de semana.

Para y: 1 extra, 2 corriente, 3 diesel.

Para z: 1 Regresión lineal, 2 suavizado exponencial y 3 suavizado exponencial doble.

➤ Mejor Pronóstico de ventas y errores por día.

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
El sistema arroja el pronóstico diario con menor error de los tres que se calculan por día utilizando los métodos, regresión lineal, suavizado exponencial y suavizado exponencial doble.	En el cuadro de pronósticos por día de la interface, se imprime el valor del pronóstico y su respectivo error teniendo en cuenta toda la serie de datos históricos, con estos pronósticos se calculan las otras variables de salida.

Imagen No.21. Mejor Pronóstico de ventas y errores por día

MEJOR PRONOSTICO POR DIA Y POR PRODUCTO					
EXTRA		CORRIENTE		DIESEL	
PRONOSTICO	ERROR MAD _t	PRONOSTICO	ERROR MAD _t	PRONOSTICO	ERROR MAD _t

Fuente: Aplicación creada por el autor.

En esta tabla se imprimen los pronósticos que tienen el menor error, comparando el resultado de los tres métodos.

- Duración de inventarios actuales.

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Retorna la cantidad de horas en que se agotarán los inventarios de cada uno de los productos.	Su función es indicar al usuario el tiempo que tiene de inventarios de cada producto, y con el menor de estos resultados se calcula la fecha y hora en que debe realizarse el reabastecimiento, (Llegada de pedido).

Ver imagen No.14.

- Tiempo máximo.

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Indica el número de horas que el usuario tiene para montar el pedido, de acuerdo al momento en que esta ejecutado el programa.	La función es comunicarle al usuario el tiempo disponible para ingresar la solicitud de pedido en el sistema de comunicación que las E/S tienen por internet con Curitiba, para que el proveedor cumpla con el abastecimiento.

Imagen No.22. Tiempo máximo.

DURACION DE INVENTARIOS ACTUALES		
Tiene DIESEL para	<input type="text"/>	horas.
Tiene CORRIENTE para	<input type="text"/>	horas.
Tiene EXTRA para	<input type="text"/>	horas.
<input type="text"/>		

Fuente: Aplicación creada por el autor.

Si la E/S tiene una duración de inventarios actuales inferior al lead time, en esta misma celda la aplicación le informa al usuario lo siguiente: “Usted debe ingresar una solicitud de adelanto para que el pedido le llegue en el momento indicado”.

➤ Stock de Seguridad.

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Es el margen de inventarios adicionales que debe tener la E/S para cubrir el error asociado a los pronósticos de la demanda por cada uno de los tanques.	Informa al usuario de la cantidad de producto que debe solicitar adicional por cada uno de los tanques y productos para cubrir la desviación que tiene el cálculo de los pronósticos en las horas en que se consumirán el producto solicitado.

Imagen No.23. Stock de seguridad.

Stock de seguridad (gls)	Stock de seguridad (gls)	Stock de seguridad (gls)	Stock de seguridad (gls)	Stock de seguridad (gls)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

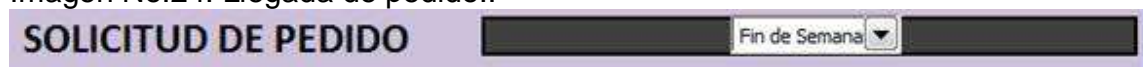
Fuente: Aplicación creada por el autor.

El Stock de seguridad, y el cálculo del producto que se requiere para cubrir el tiempo de duración de consumo, se calculan con la sumatoria de las ventas por hora dependiendo de la fecha, del día y de la hora en que consumirán. El stock de seguridad se calcula con el mismo comando de solicitud de pedido “FECHA Y HORA ABASTECIMIENTO”.

➤ Llegada de pedido.

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Es la fecha y la hora en que se debe realizar el reabastecimiento de la E/S.	Informa al usuario de la fecha y hora en que debe llegar a la E/S el pedido.

Imagen No.24. Llegada de pedido..



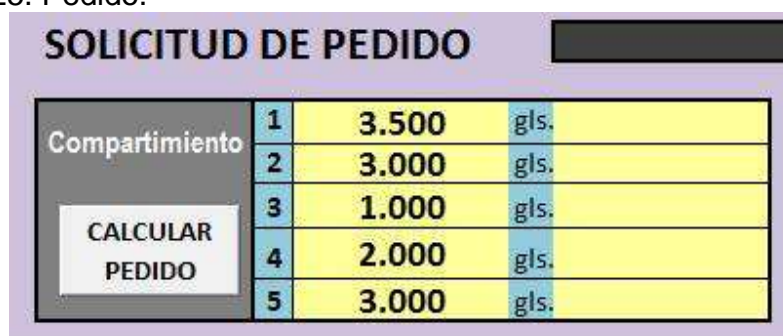
Fuente: Aplicación creada por el autor.

En la primera celda gris se imprime la fecha y en la última se imprime la hora, con estos datos se puede ajustar el día de la semana al que corresponde la fecha de solicitud.

➤ Pedido

DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Es el pedido de cada uno de los productos de acuerdo a los compartimientos y lotes que despacha el proveedor.	Arroja la solicitud de pedido que debe ingresar el usuario al sistema de ExxonMobil, teniendo en cuenta las restricciones de lote de pedido que tienen la flota propia de ExxonMobil de Colombia en Bogotá.

Imagen No.25. Pedido.



Fuente: Aplicación creada por el autor.

➤ Ingresar otro pedido

Ingresar otro pedido, es un aviso que arroja la aplicación cuando las cantidades que necesita la E/S para cubrir el periodo de duración es superior a la capacidad total de transporte de la flota propia de ExxonMobil de Colombia S.A. en Bogotá

Imagen No.26. Ingresar otro pedido.

DURACION DE INVENTARIOS ACTUALES		
Tiene DIESEL para	<input type="text"/>	horas.
Tiene CORRIENTE para	<input type="text"/>	horas.
Tiene EXTRA para	<input type="text"/>	horas.
<input type="text"/>		
<input type="text"/>		

Fuente: Aplicación creada por el autor.

Imprime el comentario en la celda blanca de abajo.

8.2. EJECUCIÓN DE LA APLICACIÓN PARA LA E/S SAN CRISTOBAL

➤ PASO 1

Luego de realizada la fase de implementación y de ajuste de la aplicación a las características de la E/S y al comportamiento de sus ventas, se procede con el ingreso de las variables de entrada.

Lo primero que se debe ingresar al sistema son los registros históricos de ventas, en las planillas de Ventas diarias.

Imagen No.27. Planilla de Ventas de Lunes, E/S San Cristobal.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ESTACIÓN SAN CRISTOBAL								
2	VENTAS DE LUNES					INGRESAR VENTAS	MODELO		
3	T	FECHA	EXTRA	CORRIENTE	DIESEL				
4	1	14-ene-08	88	2.123	5.035				
5	2	21-ene-08	107	2.530	5.472				
6	3	28-ene-08	102	2.492	5.875				
7	4	04-feb-08	59	2.399	6.771				
8	5	11-feb-08	56	2.486	6.688				
9	6	18-feb-08	50	2.404	5.779				
10	7	25-feb-08	64	2.436	6.267				
11	8	03-mar-08	92	2.356	6.709				
12	9	10-mar-08	44	2.032	5.922				
13	10	17-mar-08	46	1.730	6.038				
14	11	31-mar-08	26	1.508	4.735				
15	12	07-abr-08	42	1.745	5.300				
16	13	14-abr-08	54	1.723	6.489				
17	14	21-abr-08	47	1.736	6.251				

Fuente: Información Suministrada por Administrador E/S San Cristobal, Magaly Caicedo.

➤ PASO 2

El siguiente paso después de tener diligenciadas todas las planillas de los registros históricos de ventas, es ingresar todas las variables de entrada a la aplicación como lo muestra la imagen No.22.

Imagen No.28. Ingreso variables de entrada a la aplicación.



Fuente: Aplicación creada por el autor.

De acuerdo a las variables de entrada ingresadas en la aplicación, podemos concluir que el usuario está utilizando la aplicación el martes 2 de junio de 2009, a las 10:00 am, los inventarios de la E/S corresponden a 400 gls. de gasolina extra, 4.000 gls. de gasolina corriente y a 8.000 gls. de diesel. En la E/S San Cristóbal el tanque # 2 y # 3 de gasolina corriente se encuentran intercomunicados por lo que mantienen un volumen similar, al igual que los tanques # 4 y # 5 de diesel.¹⁶

Igualmente podemos observar que el que de las 00:00 am a las 5:59 am la E/S vende el 5% de las ventas diaria, que de 6:00 am a 7:59 pm la E/S vende el 85% de las ventas diarias y que de 8:00 pm a 11:59 pm vende el 10% restante.

El usuario desea realizar su pedido para que el producto solicitado tenga una duración de 36 horas.

➤ PASO 3

En el tercer paso se deben ejecutar los procedimientos que calculan el Mejor pronóstico de ventas y errores por día y la fecha de los días pronosticados.

¹⁶ Información obtenida con el administrador de la E/S San Cristóbal.

Imagen No.29. Cálculo de pronósticos y errores por día y producto de la E/S San Cristóbal.



Fuente: Aplicación creada por el autor.

La aplicación proporciona la usuario el pronóstico anticipado hasta por 6 días, lo que le ayuda a prevenir posibles pérdidas por faltantes o devoluciones de pedidos. Los pronósticos pertenecen al mismo martes de 2 de junio porque no se han ingresado las ventas de ese día, al miércoles 3, al jueves 4, al viernes 5 y al fin de semana del sábado 6.

➤ PASO 4

El cuarto paso es ejecutar el procedimiento que calcula la duración de los inventarios actuales, con los pronósticos anteriormente calculados.

Imagen No.30. Cálculo de la duración de inventarios actuales de la E/S San Cristobal.



Fuente: Aplicación creada por el autor.

La aplicación le está informando al usuario que tiene diesel para 33 horas, gasolina corriente para 52 horas y gasolina extra para 93 horas, además de acuerdo al lead time (tiempo de respuesta del proveedor) el sistema está informando que el usuario que debe realizar una solicitud de adelanto porque ya está por fuera del lead time, es decir que los programadores de la flota deben revisar como adelantar este pedido para evitar que la E/S se quede sin combustible. Con el uso adecuado de la herramienta este tipo de eventualidades no deben suceder, esto sucede por ser un punto de partida en el uso de la aplicación.

➤ PASO 5

El quinto paso consiste en ejecutar el procedimiento que calcula la fecha y hora de abastecimiento y el stock de seguridad que se debe mantener durante el consumo del pedido para cubrir los errores de los pronósticos.

Imagen No.31. Cálculo de la Fecha y hora de abastecimiento y del stock de seguridad para cada tanque de la E/S San Cristóbal.



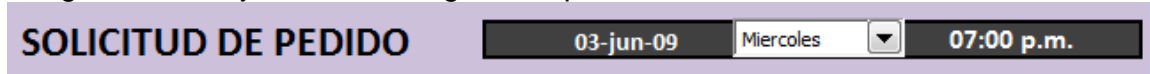
Fuente: Aplicación creada por el autor.

De acuerdo a la información arrojada por el sistema la llegada del pedido debe ser a más tardar el 3 de Junio de 2009 a las 7:00 pm., el stock de seguridad que se debe tener en cuenta para el tanque de extra es de 22 gls., para los tanques de gasolina corriente 131 gls. y para el diesel 397 gls. Estos valores se deben adicionar a las cantidades del pedido.

➤ PASO 6

Ajustar el día a la fecha de llegada de pedido, como se puede observar en la imagen No. 31., el día no corresponde.

Imagen No.31. Ajuste día de llegada de pedido.



Fuente: Aplicación creada por el autor.

➤ PASO 7

El último paso es calcular las cantidades que se deben solicitar y de acuerdo a estas optimizar la distribución de los productos en los compartimientos de la cisterna de la flota propia.

Imagen No.31. Cálculo del Pedido para la E/S San Cristóbal.



Fuente: Aplicación creada por el autor.

Si el pedido llegue en el momento que la E/S lo necesita para no quedarse sin producto, la E/S tendrá 19 horas de gasolina corriente es decir que deberá pedir únicamente para 17 horas, en cambio de diesel tendrá producto para 60 horas más.

Cuando la aplicación tiene en su memoria las cantidades que debe solicitar, empieza a buscar la combinación de compartimientos que exceda lo menos posible a las cantidades.

Primero es ajustada la cantidad solicita de gasolina extra, porque es el producto más costoso y que menos se vende, luego se da prioridad a la gasolina corriente y por último se ajusta el diesel, que es el producto más costoso y que puede superar en mayor volumen la cantidad solicitada.

➤ PASO 8

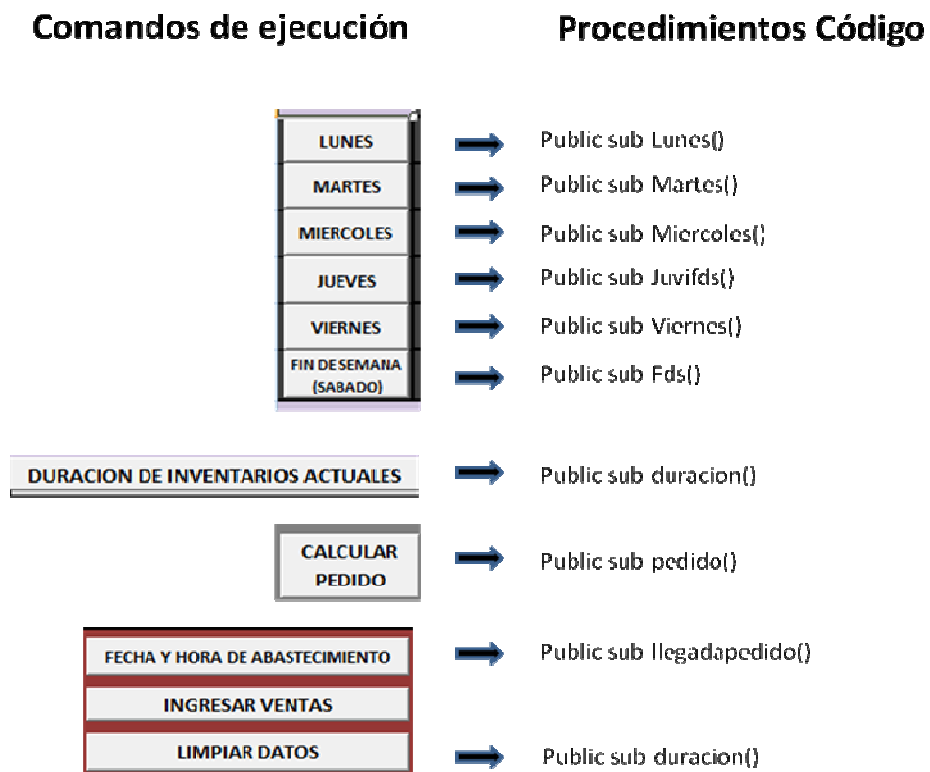
Acceder al sistema de comunicación de las E/S con el call center de ExxonMobil en Curitiba Brasil, e ingresar la fecha y hora en que debe llegar el producto a la E/S y el pedido de productos por compartimiento como lo arroja la aplicación

descrita anteriormente. Igualmente se debe solicitar el adelanto del pedido para la fecha y horas establecidas.

8.3. DESCRIPCIÓN DE LA PROGRAMACIÓN

La descripción del código utilizado para programar la aplicación descrita anteriormente, se realiza en el mismo código introduciendo comentarios de los resultados de cada procedimiento.

Sin embargo en la imagen N° 32 relaciona los comandos de ejecución que se encuentran en la interfase de la aplicación con los procedimientos del código. Imagen No.32. Cálculo del Pedido para la E/S San Cristóbal.



Fuente: Aplicación creada por el autor.

9. ANÁLISIS DEL IMPÁCTO EN LOS COSTOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN DESARROLLADA

El beneficio que pretende brindar la aplicación desarrollada, esta orientado a disminuir las ventas perdidas por faltantes y los costos ocasionados por devoluciones en las E/S.

En la operación de las E/S se encontraron unos costos asociados a la misma, los cuales se calcularon por cada 1.000gl. teniendo en cuenta que todas las estaciones comercializan volúmenes distintos de combustible. Los costos mencionados son los siguientes:

- Costo de pedido:

Tabla 24. Tabla de detalle de costos de pedido.

				Valor total
COSTO DE PEDIDO	1 hora hombre administrador	Salario	\$ 993.800	\$ 69.619
		Prima legal	\$ 82.817	
		Cesantias	\$ 82.817	
		% Cesantias	\$ 9.938	
		Parafiscales	\$ 89.442	
		Seguridad Social	\$ 218.636	
		Total Costo mensual	\$ 1.477.449	
		Costo 1 hora hombre	\$ 7.695	
	Conexión a internet por un mes	Costo mensualidad	\$ 60.000	
	0,5 horas hombre Agente de servicio en el descargue	Salario	\$ 496.900	
		Prima legal	\$ 41.408	
		Cesantias	\$ 41.408	
		% Cesantias	\$ 4.969	
		Parafiscales	\$ 44.721	
		Seguridad Social	\$ 109.318	
Total Costo mensual		\$ 738.725		
Costo 0,5 horas hombre	\$ 1.924			

Fuente: Información obtenida de entrevista con el supervisor de la E/S Comercializadora de bienes y Servicios, Wilson Delgadillo.

- Costo por devolución

Tabla 25. Tabla de detalle de costos por devolución.

			Costo por cada 1.000 gl.	Valor total
COSTO POR DEVOLUCIÓN POR CADA 1000 GL.	Flete de retorno = \$24,49/gl	1000 gls	\$ 24.490	\$ 48.980

Fuente: Información obtenida de entrevista con el Supervisor de la E/S Comercializadora de bienes y Servicios, Wilson Delgadillo.

➤ Costo de Almacenamiento

Tabla 26. Tabla de detalle de costos de almacenamiento.

	Producto	Costo por galón	Costo por cada 1.000 gl.	Costo total por cada 1.000gl.
COSTO DE ALMACENAMIENTO POR CADA 1000 gl.	Gasolina Motor	6831,08	\$ 6.831.080	\$ 20.110.040
	Gasolina extra	7845,73	\$ 7.845.730	
	ACPM / ACEM	5433,23	\$ 5.433.230	

Fuente: Información obtenida de entrevista con el Supervisor de la E/S Comercializadora de bienes y Servicios, Wilson Delgadillo.

➤ Costo de mantenimiento por tanque

Tabla 27. Tabla de detalle de costos de mantenimiento de inventarios.

				Costo por cada 1.000gl.
COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO POR TANQUE por cada 1000gl	Cambio de mangueras por mes	\$ 40.000	\$ 152.680	\$ 153
	Cambio de pistolas por mes	\$ 57.500		
	Lavado de tanques de almacenamien	\$ 13.333		
	Disposición de residuos (borra) por m	\$ 8.513		
	Prueba de hermeticidad por mes	\$ 33.333		

Fuente: Información obtenida de entrevista con el Supervisor de la E/S Comercializadora de bienes y Servicios, Wilson Delgadillo.

➤ Costo de escasez o agotamiento

Tabla 28. Tabla de detalle de costos de escasez o agotamiento (ventas perdidas).

		Precio venta por galón	UTILIDAD (\$)	Costo por cada 1.000gl.	Costo total por cada 1.000gl.
COSTO MENSUAL DE ESCASEZ O AGOTAMIENTO	Gasolina Motor	\$ 7.031	\$ 200	\$ 200.000	\$ 1.008.080
	Gasolina extra	\$ 8.250	\$ 404	\$ 404.040	
	ACPM / ACEM	\$ 5.837	\$ 404	\$ 404.040	

Fuente: Información obtenida de entrevista con el Supervisor de la E/S Comercializadora de bienes y Servicios, Wilson Delgadillo.

Tomando los costos antes mencionados se obtiene un estimado del costo de inventarios por cada 1.000gl. que se almacenen.

Tabla 29. Tabla de costo total de inventarios

	Costo total por cada 1.000gl.
COSTO TOTAL DE INVENTARIOS	\$ 21.236.871

Fuente: Cálculo del autor.

y la distribución porcentual de estos costos se presenta a continuación:

Tabla 30. Tabla de distribución de costos de inventarios

	Costo total por cada 1.000gl.	COSTO MENSUAL DE ESCAZES O AGOTAMIENTO	COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO POR TANQUE por cada 1000gl	COSTO DE ALMACENAMIENTO POR CADA 1000 gl.	COSTO POR DEVOLUCIÓN POR CADA 1000 GL.	COSTO DE PEDIDO
COSTO TOTAL DE INVENTARIOS	\$ 21.236.871	4,75%	0,0007%	94,69%	0,23%	0,33%

Fuente: Cálculo del autor.

Mediante el modelo de control de inventarios diseñado, se tiene como ideal que se mitigue considerablemente el costo de agotamiento o costo por ventas perdidas y el costo por devolución, los cuales representan un 4,75% y 0,23% del total de los costos asociados a los inventarios. Lo anterior representa casi un 5% del total de los costos asociados al manejo de los inventarios en las E/S, y de esta forma se puede generar un beneficio para la administración de las E/S.

CONCLUSIONES

- Mediante la aplicación de diferentes herramientas de la Ingeniería Industrial a la población de Estaciones de Servicio Abastecidas por la Flota Propia de ExxonMobil de Colombia S.A., se obtuvo información de la estructura de almacenamiento, de la prestación de servicios complementarios y de la condición socioeconómica del sector donde se encuentran ubicadas.
- Debido a las características estudiadas de la población de estaciones de servicio abastecidas por la flota propia de ExxonMobil, es preciso aclarar que el comportamiento de las ventas en cada una de estas debe ser estudiado como un caso particular, realizando un análisis estadístico de los datos históricos de ventas y de esta forma conocer con un mayor grado de certeza el patrón de comportamiento al cual será posible ajustar el mejor método de pronóstico de acuerdo con las necesidades.
- Para lograr un modelo de abastecimiento confiable es necesario pronosticar la demanda de los productos involucrados con el mayor número posible de datos históricos que permitan conocer el comportamiento de las ventas, y de esta forma reducir el nivel del error a la hora de ejercer un control sobre los inventarios.
- El comportamiento de la demanda de los combustibles líquidos derivados del petróleo se ve reflejado en los diferentes eslabones de la cadena productiva de combustibles, y presenta características propias de la estacionalidad demostradas mediante la comparación de la desviación estándar de grupos de datos históricos, y los coeficientes de correlación entre los registros de ventas de cada uno de los días de la semana.
- Utilizando los registros históricos de ventas, los pronósticos de ventas, y la estructura de almacenamiento, se puede calcular el consumo en el tiempo de los inventarios, que a su vez permite aplicar y determinar los conceptos básicos de control de inventario como lo son el Punto de Reorden, Stock de Seguridad y Cantidad de Pedido.
- Existen factores que causan el desabastecimiento a las Estaciones de Servicio, que no pueden ser controlados por estas porque su origen no es producto de la actividad comercial, pero si es posible controlar aquellos factores que dependen directamente de la administración del negocio.
- Debido a la presencia de factores no controlables en la operación comercial de las Estaciones de servicio, al comportamiento de sus ventas, al nivel de servicio, y a la naturaleza de los productos que distribuye, es necesario contar con un Stock de Seguridad, que respalde el efecto negativo

generado por dichos factores, con el fin de mitigar las ventas perdidas por faltantes.

- Cuando las Estaciones de Servicio tienen un adecuado control de inventarios, y realizan sus pedidos a ExxonMobil con la anticipación requerida por el proveedor, la Flota Propia de ExxonMobil maximizará la puntualidad en las entregas, evitando interrumpir su programación por atender solicitudes de adelanto de Estaciones de Servicio que no cumplieron con los tiempos establecidos para realizar el pedido.
- El costo del manejo de los inventarios es una variable clave cuando se trata de decisiones de abastecimiento, pues el pedir determinada cantidad de producto en el momento correcto hace una la diferencia cuando se evalúa una administración eficiente del negocio.
- La aplicación de un modelo de abastecimiento a las Estaciones de Servicio es de gran utilidad cuando se trata de optimizar los costos asociados al manejo de inventarios.

RECOMENDACIONES

- Para generar proyecciones de ventas ajustadas a la realidad y con un nivel de error mínimo, se recomienda eliminar los valores de la demanda que difieren de la media un valor superior a la desviación estándar, siempre y cuando exista una explicación de un evento extraordinario.
- Para obtener un mayor beneficio de la aplicación es recomendable utilizarla mínimo dos veces al día.
- Si el nivel de error de los pronósticos disminuye, el usuario podrá realizar sus pedidos con mayor anticipación, y así garantizar un abastecimiento puntual.

BIBLIOGRAFÍA

ESSO. "80 años de Historia". Revista Lámpara. Vol. 37. No 134. Bogotá. P. 2-6

Revista Diálogos Mobil "75 años Mobil en Colombia. Edición Conmemorativa. Vol 87. P 1-24. Bogotá. Mayo 1994

Revista ExxonMobil al día. "Exxon Mobil celebró sus 90 años en Colombia"
Edición N°22. Febrero de 2008. Colombia

GORBANEFF, Yuri; RESTREPO, Alicia. Determinantes de la Integración Vertical en la Cadena de Distribución de Combustible en Colombia. En : Cuadernos de Administración, No. 033. 2007. Pontificia Universidad Javeriana.

NAHMIAS, Steven. Análisis de la Producción y las Operaciones. Compañía Editorial Continental, CECSA. México, 2005

WINSTON, Wayne L. Investigación de Operaciones, Aplicaciones y Algoritmos. México : Thomson. Cuarta edición. 2004. p. 846- 847

CHASE, Richard B; JACOBS, F Robert. "Administración de la producción y operaciones para una ventaja comparativa" 10ª Edición 2004. Editorial Mc Graw Hill, México. p 404-426, 520-554, 604-633.

BOWERSOX, Donald, CLASS, David J, COOPER, M. Bixby. Administración y logística de la cadena de suministro. Segunda Edición. Mc Graw Hill. México 2007 P 130-164, 212-224.

Hillier. Mark, O'SULLIVAN. Michael. Investigación de Operaciones. Capítulo 19, y 20 p 935-1048 7ª Edición. 2004. Editorial McGRAW HILL L. México, 2004.

RITZMAN, Larry P, KRAIEWSKI, Lee J, MALHOTA, Manoj K. "Operations Management Processes and Value Chain". Eight Edition. Prentice Hall. P 507-515, 521-526.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. República de Colombia. Decreto 4299 de 2005, Capítulo I. Generalidades. [en línea] [Consultado en Septiembre de 2008]. Disponible en <
http://www.sipg.gov.co/sipg/documentos/Servicios/Dec_4299_2005.pdf

Ministerio de Minas y Energía, República de Colombia . Cadena de distribución de los combustibles en Colombia. [en línea] <
http://www.medellin.gov.co/alcaldia/jsp/modulos/P_ciudad/obj/pdf/IMPLICACIONE

[S%20DEL%20DECRETO%204299%20de%202005.pdf](#)> (Citado en septiembre de 2008)

GONZALEZ, Juan F. Mercado de Combustibles Líquidos Expoenergía 2004. Asociación Colombiana de Pétroleo. [en línea] <
[http://www.acp.com.co/Condiciones de Inversi%
c3%b3n/Mercado de combustibles/](http://www.acp.com.co/Condiciones_de_Inversi%c3%b3n/Mercado_de_combustibles/)> [Citado en Septiembre de 2008]

Fuente: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Republica de Colombia. **Comunicado de Prensa 29 de Abril de 2009. Consultado en**
http://www.minminas.gov.co/minminas/index.jsp?cargaHome=2&opcionCalendar=10&id_comunicado=547

Fuente: 12 MANAGE-The Excecutive Fast Track. Marco de la Cadena de Valor (Porter). Consultado en
http://www.12manage.com/methods_porter_value_chain_es.html

ANEXOS

ANEXO A. Tipificación Capacidad de Almacenamiento Estaciones De Servicio
Abastecidas Por La Flota Exxonmobil De Colombia S.A

ANEXO B. Código de Aplicación en MS Excel

ANEXO C. Comunicado del Ministerio de Minas y Energía de la Republica de Colombia. 29 Abril 2009

Disminuye \$400 pesos por galón el precio de la gasolina motor corriente y el ACPM para el mes de mayo

Numero de Comunicado: 547

Lugar de origen: DISTRITO CAPITAL-BOGOTÁ-Colombia,

Fecha del comunicado: 29/04/2009

Fuente: Ministerio de Minas y Energía



MME, Bogotá D.C., Abril 29 de 2009. El Ministerio de Minas y Energía anuncia los precios de la gasolina corriente, biogasolina (Gasolina Oxigena), ACPM y mezclas del anterior con el biodiesel, que regirán a partir del 30 de abril del año en curso y durante todo el mes de mayo.

Para este efecto el Gobierno Nacional cumple con el compromiso señalado hace unos días de reducir en \$400 pesos por galón los precios de la gasolina corriente, la biogasolina y el ACPM al consumidor final, teniendo en cuenta el actual comportamiento de los precios internacionales del petróleo y sus derivados, los cuales han venido fluctuando entre los US\$46 y los US\$51 dólares por barril.

A continuación se presenta la estructura de precios de la gasolina y el ACPM para el régimen de libertad regulada en la ciudad de Bogotá:

Gasolina Corriente Oxigenada

Componentes de la estructura de precio	GASOLINA MOTOR CORRIENTE OXIGENADA (Pesos por Galón)
1. Proporción - Ingreso al Productor de la Gasolina Motor Corriente (90%)	3,056.75
2. Proporción - Ingreso al Productor del Alcohol Carburante (10%)	590.34
3. Ingreso al productor de la Gasolina Motor Corriente Oxigenada	3,647.09
4. IVA ⁽¹⁾	506.20
5. Impuesto Global	666.38
6. Tarifa de Marcación	5.10

Diseño del modelo de abastecimiento de combustibles para las estaciones de servicio 108
Esso y Mobil ubicadas en la ciudad de Bogotá

7. Proporción - Tarifa de Transporte por poliductos de la Gasolina Motor Corriente (90%)	278,42
8. Proporción - Tarifa de Transporte del Alcohol Carburante (10%)	41,95
9. Precio Máximo de Venta al Distribuidor Mayorista	5.145,15
10. Sobretasa	317,73
11. Margen al distribuidor mayorista	1.168,12
12. Precio Máximo en Planta de Abastecimiento Mayorista	6.631,00
13. Margen del distribuidor minorista	404,04
14. Pérdida por evaporación	26,52
15. Transporte de la planta de abastecimiento mayorista a estación.	11,94
16. Precio Máximo de Venta por galón Incluida la Sobretasa.	7.073,50

ACPM

Componentes de la estructura de precio	ACPM
	(Pesos por Galón)
1. Ingreso al Productor	3,442.84
2. IVA	550.85
3. Impuesto Global	490.74
4. Tarifa de Marcación	3.50
5. Tarifa de Transporte por poliductos	309,36
6. Precio Máximo de Venta al Distribuidor Mayorista	4.797,29
7. Margen al distribuidor mayorista	334,46
8. Precio Máximo en Planta de Abastecimiento Mayorista	5.131,75
9. Margen del distribuidor minorista	404,04
10. Transporte de la planta de abastecimiento mayorista a estación.	11,94
11. Precio Venta al Público sin Sobretasa	5.547,73
12. Sobretasa	301,48
13. Precio Máximo de Venta por Galón Incluida la Sobretasa.	5.849,21

Para las zonas que se relacionan a continuación y tomando solo como referencia los precios aplicables a la libertad regulada, se tendrían los siguientes precios para el respectivo mes:

Zonas cercanas a:	Precios de Referencia (\$ / Gal.)	
	Gasolina	ACPM
Bogotá	7,073.50	5,849.21
Cartagena	6,943.74	5,599.25
Barranquilla	6,972.54	5,626.01
Bucaramanga	6,931.92	5,658.07
Medellín	7,147.81	5,806.96
Cali	7,094.27	5,879.40
Pereira	7,047.82	5,843.38
Manizales	7,048.95	5,840.03
Armenia	7,107.82	5,900.03
Ibagué	7,065.46	5,842.92
Neiva	7,095.73	5,863.80

Ecopetrol S.A. publicará en su página Web los precios de referencia para cada una de las áreas de influencia de las plantas de abastecimiento del país. (www.ecopetrol.com.co).

Fuente: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Republica de Colombia
http://www.minminas.gov.co/minminas/index.jsp?cargaHome=2&opcionCalendar=10&id_comunicado=547

ANEXO D. CD Aplicación Modelo de Abastecimiento
Estación de servicio San Cristóbal.